

Tartu Ülikool
Humanitaarteaduste ja kunstide valdkond
Ajaloo ja Arheoloogia instituut
Arheoloogia osakond

Ragi-Martin Moon
Kivisaare 2002. aasta väljakaevamiste tulekivileidude tehnoloogiline analüüs
Bakalaureusetöö

Juhendaja: prof. Aivar Kriiska

Tartu 2021

Sisukord

Sissejuhatus	3
Terminoloogia	5
1. Teoreetiline ja arheoloogiline taust	6
1.1. Teoreetiline taust	6
1.2. Kivisaare kivi- ja pronksiaja asula- ja matmispaiga uurimislugu	7
2. Materjal ja meetod	9
2.1. Kivisaare kivileiud	9
2.2. Tulekivi töötlemise vahendid	12
2.3. Tulekivi lõhestamise tehnikad	13
2.3.1. Alasitehnika	13
2.3.2. Bipolaarne lõhestus	13
2.3.3. Kõva lööklõhestus	14
2.3.4. Pehme lööklõhestus	15
2.3.5. Surutehnika	15
2.3.6. Vahendatud lööklõhestus	17
2.3.7. Retušš	18
2.4. Kivisaare kivileidude määramise kriteeriumid	18
3. Tulemused	20
3.1. Eksperimentaalarheoloogilised katsed tulekivi lõhestamisel	20
3.2. Kivisaare tulekivileiud	21
4. Arutelu	27
4.1. Eksperimendid	27
4.2. Arheoloogiline leiumaterjal	28
Kokkuvõte	33
Kasutatud kirjandus	35
Käsikirjad	35
Kirjandus	35
Resume: The technological analysis of the flint artefacts from Kivisaare 2002 excavation	41
Lisad 1: fototahvlid	43
Lisa 2: Eesti kiviaegsete asulate kivileidude jaotumine	48
Lisa 3: Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste analüüsitud tulekivileiud	51

Sissejuhatus

Kiviesemed, kui hästi säilinud arheoloogiline aines, on väga olulised leiud kiviaegsetes muististes (Kriiska *et al.* 2020, 72; Odell 1996, 1). Kivileidude uurimine aitab eristada erinevaid kiviaegseid kultuure (Schick & Toth, 1994, 51–52), võimaldab selgitada tehnoloogiate arenguid, ning annab informatsiooni kiviaegsete inimeste liikumismustrite ja sotsiaal-majanduslike sidemete kohta (Kriiska 2001, 17–18). Kivitööriistade uurimine avardab ka meie teadmisi kiviaegsete inimeste elatusallikatest (Schick & Toth, 1994, 48–49), ning läbi mikroskoopiliste analüüside on võimalik uurida tööriistade kasutusjälgi (Kay 1996) ja neile jäänud orgaanilist materjali (Odell 1996, 2).

Maailma kõige vanemad kiviesemed pärinevad 3,3 miljoni aasta tagant Lomekwi 3 leiukohast Keeniast (Harmand *et al.* 2015, 311). Eesti kõige vanemad kivist tööriistad on leitud Pulli mesoliitilisest asulakohast, mis on dateeritud ajavahemikku 9000–8550 aastat eKr (Kriiska *et al.* 2020, 52–53). Kogu kiviaja jooksul valmistati Eestis tulekivist ning teistest kivimitest ja mineraalidest väikeesemeid nagu kõõvitsad, uuritsad, noad, teravikud ja noole- ja odaotsad (*ibid.*, 51). Mesoliitikumi jooksul tehti nii Eestis kui ka lähiümbruses tööriistu kildudest ja laastudest (Berg-Hansen *et al.* 2019, 20; Kriiska *et al.* 2020, 73–74). Lisaks väikeesemetele kasutati Eestis mesoliitikumis veel tavaliselt kohalikest kristalsetest kivimitest (gneiss, diabaas, porfüriit jt) valmistatud raieriistu (kirved ja talvad) (Kriiska *et al.* 2020, 75).

Eestis on kild- ja laasttööriistade valmistamiseks kasutatud peamiselt tulekivi ja kvartsi, harvem Läänemere punast kvartsporfüüri või muid kivimeid (Kriiska 2001, 10). Kesk-Eestis oli tulekivi tänu kättesaadavusele kasutuses kogu kiviaja jooksul – mesoliitikumist pärit kivileidude seas moodustab kohalik tulekivi kuni 90% (Kriiska *et al.* 2020, 72). Rannikualadel ja saartel, kus puudub looduslik tulekivi või esineb seda vähe, on kivikasutus varieerunud. Mesoliitikumi esimesel poolel (u 9000–6500 eKr) ja neoliitikumi algul (u 3900–3500 aastat eKr) kasutati seal importtulekivi, muudel perioodidel valdavalt kvartsi (Sander, Kriiska 2018, 76). Lääne-Eesti saartel tehti lõhestustehnikas tööriistu ka Läänemere punasest kvartsporfüürist (Kriiska *et al.* 2020, 73).

Läbi lõhestamistehnikate (alasitehnika, surutehnika, pehme, kõva ja vahendatud lööklõhestustehnika) analüüsi on võimalik mõista tulekivist tööriistade valmistamisprotsessi. Selle tarbeks tuleb uurida nende tehnikate rakendamisel tekkivaid esmaseid saadusi, milleks

on killud ja laastud, teise töötlusega tööriistu, millel on vahetevahel võimalik eristada lõhestamistehnikat, ning töötlusjääke (Andrefsky Jr. 2005, 160).

Tulekivi lõhestamisel tekivad nii eemaldatud kildudele ja laastudele kui ka töödeldavale kivile spetsiifilised jäljed, mis annavad alused tehnikate eristamiseks, kahjuks ei ole tehnikate eristamine alati võimalik (Coles & Higgs 1969, 55–57; Andrefsky Jr. 2001, 6). Piisava leiumaterjali korral võib eemaldatud killud, laastud ja jäägid omavahel kokku sobitada, ning jälgida kivieseme valmistamise erinevaid etappe alates esmasest töötlusest, kus eemaldatakse suuremad killud ning toorikule antakse üldine vorm, kuni lõpliku töötluseni. Paraku on võimalik sellise meetodiga keskmiselt vaid 20% ringis leide sobitada (Laughlin & Kelly 2010, 431).

Käesolevas bakalaureusetöös uurin Viljandimaal Kolga-Jaani kihelkonnas asuva Kivissaare mesoliitilise asulakoha 2002. aasta väljakaevamistelt saadud tulekiviesemete lõhestamistehnikaid, kasutades makroskoopilist vaatlust. Uurimistöö teostamiseks koostasin metoodika, mille abil saab tulekivi lõhestamistehnikaid järjepidevalt ja kindlate parameetrite alusel määrata. Lisaks viisin läbi eksperimentaararheoloogilise katse, mille käigus valmistasin Kesk-Eestist kogutud Siluri tulekivist töötlustehnikate võrdlemiseks vajaliku materjali.

Töö peamised uurimisküsimused:

1. Milliseid tulekivi lõhestamistehnikaid kasutasid Kivisaares elanud mesoliitilised inimesed?
2. Millised tulekivi lõhestamistehnikate jälgi on võimalik eristada Eesti kohalikul Siluri ladestutes kujunenud tulekivileidudel?
3. Milline oli erinevate tehnikate osakaal kivitöötlustes ja mida on võimalik selle põhjal järeldada.

Bakalaureusetöö jaguneb neljaks peatükiks, millest esimeses annan ülevaate Kivisaare asula- ja matusekoha senisest uurimisloost ning töö teoreetilisest taustast. Teises peatükis käsitlen materjale ja meetodeid, kirjeldades kivitöötlustes kasutatavaid tööriistu ning erinevate töötlustehnikate iseärasusi. Kolmandas peatükis keskendun uurimistöö tulemustele ning neljandas peatükis nende arutelule.

Esmalt soovin tänada oma juhendajat professor Aivar Kriiskat kasulike nõuannete ja abi eest materjali hankimisel, alustades teemakohasest kirjandusest ning lõpetades tulekivi korjamisega põldudel, ning kes õpetas mulle kivitöötluste esmased võtted. Tänan Irina Khrustalevat, kes

töötles bakalaureusetöö jaoks fotosid ja Maris Niinesalu nõuannete ja kriitika eest. Samuti avaldan tänu oma proseminari juhendajatele Riina Rammole ja Ragnar Saagele – nende kaasabil hakkas esialgsest ideest kooruma uurimustöö.

Terminoloogia

Aste – lõhenemise järsk lõppemine, mille tulemusel killu või laastu distaalots murdub nukleuse küljest lahti jõu puuduse või töödeldava materjali struktuurivea tõttu (Patten 1999, 85).

Distaalots – killu / laastu proksimaalotsast vastaspoolnelots, bipolaarsetel kildudel ja laastudel ei eristata.

Kild – kivi lõhestustehnikas töötlemise saadus, mille pikkuse ja laiuse suhe on väiksem kui 2:1.

Kõõvits – kiviese, mis on tavaliselt valmistatud killust või laastust ning millel on vähemalt ühel serval “kaapimiseks sobilik” retušitud töötera (Gramly 2000, 57).

Laast – kivi lõhestustehnikas töötlemise saadus mille pikkus on vähemalt kaks korda suurem kui laius (Coles & Higgs 1969, 55–56; Patten 1999, 56; Kriiska *et al.* 2011, 69).

Löögiarm – löögimügarikul asetsev negatiivne jäljend, mis tekib lõhestamisel (Inzian *et al.*, 131).

Löögmügarik – mügarik, mis tekib killu proksimaalotsas ventraalsel küljel lõhestuse tagajärjel (Tsirk 2014, 157–158)

Lööklaine – killu ventraalsele pinnale tekkinud lainetus, mille tekitajaks on lõhenemist põhjustanud löök (Patten 1999, 82).

Nukleus – nukleuseid on kasutatud toormaterjali allikana, millest kilde ja laaste eemaldada (Bordaz 1989, 16).

Platvorm – töödeldava kivi osa mille pihta löök antakse (Patten 1999, 43).

Platvormijäänus – osa platvormist mis jääb killu/laastu külge selle eemaldamisel (Bordaz 1989, 11).

Proksimaalots – Killu või laastu ots, millest on alguse saanud lõhenemine (Bordaz 1989, 11)

Uurits – kiviese, millel on kitsas ja terav peitlilaadne tööserv (Gramly 2000, 15).

1. Teoreetiline ja arheoloogiline taust

1.1. Teoreetiline taust

Enne kiviesemete süstemaatilise uurimise algust usuti Euroopas, et lõhestustehnikas töödeldud kiviesemed on tekkinud pikselöökide tagajärjel ning neid kutsuti „piksekivideks“ (Bordaz 1989, 1). Teadmsed kiviesemetest jõudsid eurooplaste kollektiivsesse teadmisse läbi prantsuse antropoloog Antoine de Jussieu, kes võrdles Euroopast leidud „välguhive“ Uue Maailma kiviesemetega, mis olid teatavasti valmistatud kohalike loodusrahvaste poolt (*ibid.*, 1–2).

Kuni 20. sajandi keskosani lähtuti kivist esemete uurimisel kultuuriajalooliselt, pannes suurt rõhku tüpoloogiate loomisele ning ajalootruudele rekonstruktsioonidele. Seoses uusarheoloogia koolkonna tekkega, hakati ka kiviesemeid uurima uut moodi. Kasutusele võeti loodusteaduslikke meetodeid, näiteks uuriti esemete kasutusjälgi ning servadelt võeti erinevaid mikroskoopilisi proove. (Odell 1996, 2–3)

William Andrefsky Jr. (2001) jagab kivide lõhestamissaaduste uurimise kolme valdkonda: massi analüüs, tüpoloogiline analüüs ja tunnusepõhine analüüs (Andrefsky Jr. 2001, 12–13). Massi analüüsi puhul vaadeldakse leide mõõtmete, kaalu või hulga järgi ning nende alusel tehakse vastavad järeldused (*ibid.*, 3). Tüpoloogilist analüüsi kasutades vaadeldakse üksikuid leide, et neil eristada tehnoloogilisi või funktsionaalseid erisusi, näiteks millist lõhestustehnikat on antud esemel kasutatud või milline on olnud vaadeldava eseme otstarve (*ibid.*, 6). Tunnustepõhise analüüsi käigus vaadeldakse erinevate tunnuste nagu näiteks platvormil huule esinemist kogu leiumaterjalis, ning järeldused tehakse vastavalt uuritava tunnuse esinemissagedusele (*ibid.*, 9). Oma uurimistöös kasutan mingil määral kõiki kolme meetodit aga põhirõhk lasub tüpoloogilisel analüüsil.

Eestis hakati kivide lõhestusmeetodeid põhjalikult uurima alates 1990. aastate teisest poolest. Olulisemateks publikatsioonideks sellel teemal on 1998. aastal “Ajaloolises Ajakirjas” ilmunud Are Tsirgi ja Aivar Kriiska artikkel, milles käsitletakse kivide lõhestamise tehnikaid ja nendega seotud üldisemaid küsimusi (Tsirk & Kriiska 1998) ning 2011. aastal ilmunud Aivar Kriiska, Ese Hertelli ja Mikael A. Mannineni artikkel, milles analüüsitakse Pärnu lahe äärsete alade kiviaegsete asulate tulekivi töötlemise tehnoloogiaid (Kriiska *et al.* 2011). Are Tsirki avaldas 2014. aastal teose „Fractures in Flintknapping,“ mis käsitleb kivide lõhestamistehnikate mehaanilist külge. Peale mainitud üllitiste on antud teemat käsitletud ka

mitmetes muudes artiklites (näiteks Kriiska & Lõhmus 2005; Moora *et al.* 2006; Tvauri & Johanson 2006) ning kivileiude kohta on Tartu Ülikooli üliõpilaste poolt koostatud uurimustöid, näiteks Ulla Kadaka magistritöö “Tallinna Vabaduse väljaku neoliitiline asulakoht Eesti samaaegsete rannikuasulate kontekstis”, milles muuhulgas käsitleti ka Tallinna Vabaduse väljaku neoliitilise asulakoha kivileide.

1.2. Kivisaare kivi- ja pronksiaja asula- ja matmispaiga uurimislugu

Kivisaare asula- ja matmiskoht asub Kesk-Eestis, Kolga-Jaani kihelkonnas kunagise samanimelise talu maadel Võrtsjärve põhjarannikust umbes 6 km kaugusel. Muistis paikneb loode-kagu suunalisel voorel, mille suhteline kõrgus on 2–3,4 m ning absoluutne kõrgus jääb vahemikku 36–38 m. Kivisaarelt leiti esimesed inimluustikud 1882. aastal kruusa kaevamise käigus (mistõttu on osa muistisest ka hävinud) talu omanik Jaan Peki poolt (Bolz 1914, 17; Jung 1898, 240). Need olid ühed esimesed avastatud kiviaegsed matused kogu Baltimaades. Inimluustikke leiti Kivisaarelt veel ka 1903. ja 1908.–1910. aastal.

Esimesed kaevamised viidi Kivisaares läbi 1910. aastal Richard Hausmanni poolt. Kaevamiste käigus leiti kuus luustikku (Ottow 1911, 154–155). Paar aastat hiljem, 1913. aastal, avastas Max Ebert veel ühe lapse luustiku (Bolz 1914, 27). 1921. aastal viis Aarne Michaël Tallgren Kivisaares läbi arheoloogilised välitööd üliõpilasekursiooni raames. Väljakaevamistel leiti üks haud, mille hauapanuste seas (või hauatäitest) leidis ka tulekivikilde (Tallgren 1921, 1). Järgmised välitööd toimusid 1931. aastal Richard Indreko juhtimisel. Toona kaevati kruusaaugu servas ning leiti nii inim- kui ka loomaluid, luust esemeid ning tulekivikilde ja tulekivist esemeid (Indreko 1931, 4–5). Järjekordsed väljakaevamised toimusid Lembit Jaanitsa juhatusel 1962. ja 1965. aastal. 1962. aastal tehtud ühepäevastel proovikaevamistel leiti voore kagunõlvalt kaks luustikku. Kaevamistega jätkati 1965. aastal ning avastati veel kaks luustikku, millest üks kuulus lapsele. Haudadest leiti ka hammasripatseid, ning hulgaliselt tulekivi- ja kvartsesemeid (Jaanits 1965, 13).

Viimased välitööd Kivisaarel toimusid aastatel 2002–2004 Aivar Kriiska juhtimisel (2002 koos Kristiina Johansoniga ja 2003–2004 Mari Lõhmusega). Kui varasemad arheoloogilised kaevamised keskendusid eelkõige kalmistu uurimisele, siis 2002–2004 välitööde eesmärgiks oli uurida kiviaegset asulakohta ning saada ennekõike uusi teadmisi seal nõorkeraamika staadiumis paiknenud elupaiga kohta (Kriiska & Johanson 2003, 42). Kolm aastat toimunud

välitööde peamiseks leiumaterjaliks on kivileiud (Kriiska & Johanson 2002/2003; Kriiska & Lõhmus 2003/2004; Kriiska & Lõhmus 2004/2005). Väljakaevamiste käigus avatud asulakoha kultuurikihi erinevad osad on dateeritud keraamikaeesse mesoliitikumi (perioodi ülddateering 9000–5200 eKr – siin ja järgnevalt periodiseeringu aluseks Kriiska *et al.* 2020, 17), Narva kultuuri (5200–3900 eKr) ja nöörikeramika kultuuri (2800–2000 eKr) (Kriiska & Johanson 2003, 32). Üksikute leitud kildude järgi võib arvata, et Kivisaares on elatud ka kammkeramika staadiumis (Kriiska *et al.* 2003, 37). Esiajaloolistele asustusjälgedele lisaks leiti 2004. aastal ka üks tõenäoliselt 18. sajandil rajatud võlvitud kiviahi ja 20. sajandi alguses tehtud kiviaegsete inimluude ümbermatus (Kriiska & Lõhmus 2005, 33).

Nagu Mari Tõrv oma 2016. aastal valminud doktoritöös juba esile tõi, on Kivisaare varasemate kaevamiste dokumentatsioon ja allikad probleemsed. Esiteks puuduvad meil nende kaevamiste aruanded, ning materjalid on ka puudulikult publitseeritud. Puuduvad samuti arheoloogilised leiud ja pildimaterjal (Tõrv 2016, 98). Alates Tallgrenist on kõik Kivisaares välitöid läbi viinud arheoloogid oma tööd talletanud väljakaevamiste aruannete näol (Tallgren 1921; Indreko 1931; Jaanits 1965; Kriiska & Johanson 2003; Kriiska & Lõhmus 2004; Kriiska & Lõhmus 2005). Teiseks probleemiks varasemate uuringute juures on tulekivileidude ebahütlane määramine. Näiteks Bolzi (1914) artiklis on leidude tabelis 44 leiust 41 määratud noaks või noa katkendiks (Bolz 1914, 16). Varasemad leidude määrangud on ebausaldusväärsed ning ei ole võimalik eristada, kas nugade all on mõeldud nuge, laaste või üldisemalt tulekivist valmistatud lõikeriistu või on tegemist lihtsalt kildude ja laastude ületõlgendusega.

2. Materjal ja meetod

2.1. Kivisaare kivileiud

Kivisaarelt leiti kivist esemeid juba esimestest välitöödest alates. Kuigi minu uurimistöö keskendub 2002. aasta arheoloogiliste kaevamiste kivimaterjali uurimisele käsitletakse selles peatükis arheoloogilise konteksti täielikkuse huvides kõiki 2002.–2004. aastal Aivar Kriiska poolt juhatatud väljakaevamistelt saadud kivimaterjali, jättes kõrvale varasemad leiud, mida on vähe ja millel kontekst kas puudub või on ebapiisav.

Kivisaarelt on varasemalt leitud tulekivist “nuge” ja “noa katkeid” (Bolz 1914, 16; Jaanits 1965, 13), nukleusi (Bolz 1914, 16), tulekivikilde (Tallgren 1921, 1; Indreko 1931, 4–5; Jaanits 1965, 13), kivitallu (Indreko 1931, 4–5), tulekivist kõõvitsaid (Indreko 1931, 4–5; Jaanits 1965, 13), tulekivilaaste (Jaanits 1965, 13) ja lihvimiskive (Indreko 1931, 4–5).

2002. aasta välitööde leiumaterjalis domineerivad kivileiud. 2712 leiust moodustas 2369 kivimaterjal ning neist enamus dateeriti kiviaega (Kriiska & Johanson 2003, 34). Lõhestatud kivimaterjal on tehnoloogia ja koosseisu ja laastude osakaalu (11,4%) alusel dateeritud peaaesjalikult keraamikaelsesesse mesoliitikumi (Kriiska & Johanson 2003, 36). Kivileidudest 2299 olid tulekivist (97% kivileidudest), 63 kvartsist (2,7%) ja 7 muudest kividest (0,3%). Tulekivi on arvatavasti kohalikku päritolu – välja arvatud üks erand, mis pärineb tõenäoliselt Kesk-Venemaalt (Kriiska & Johanson 2002/2003, 13). Peamiseks kivileidude liigiks on killud: 1960 tulekivikildu (85,3% tulekivileidudest), 59 kvartsikildu (93,7% kvartsileidudest) ja 2 muust kivist kildu. Tulekivist laaste avastati 230 (10% tulekivileidudest), millest 171 on terviklikud ning 59 katked. Kvartsist ja muust kivist laaste oli mõlemaid vaid 1. Väljakaevamiste käigus leitud 27 nukleust ja üks pronukleus, millest 27 olid tulekivist ja üks kvartsist (*Ibid.*).

Sekundaarse töötusega esemeid on kokku 83, kõik tulekivist (3,5% kogu kivileidudest). Kõige enam – 55 (66,3% sekundaarse töötusega kivileidudest) – on kõõvitsad, millest 43 on valmistatud killust, 9 laastust ning 3 laastu katkest (*ibid.*) Uuritsaid leiti 7. Lisaks leiti 12 oletatavat laastust pistiktera (Kriiska & Johanson 2003, 36), 1 kõõvits-uurits, 1 nuga, 1 puur, 1 kolmnurkne mikroliit, 1 retušitud tulekivikild, 1 nooleotsa katke ja kolm retušitud mikroliiti (Kriiska & Johanson 2002/2003, 13).

Ka 2003. aasta leidude hulgas domineerivad kivileiud, 1236-st 1168. Tulekivist on 1134 (97,1% kivileidudest), kvartsist 19 (1,6% kivileidudest) ning teistest kivimitest kokku 13 (1,1% kivileidudest) kivileidu. Enamuse neist moodustavad killud: 825 tulekivikildu (72,6% tulekivileidudest), 17 kvartsikildu (89,4% kvartsileidudest) ja 10 muude kivimite kildu. Võrreldes 2002. aasta kaevamistega on 2003. aasta leiumaterjalis laastude osakaal suurem – 20,6 % tulekivileidudest ja üks laast on ka kvartsist (Kriiska *et al.* 2004, 33). Lisaks leiti 25 nukleust ja 4 nukleuse katket. Kõik peale ühe on valmistatud tulekivist. Kivisaare 2003. aasta kivimaterjal dateeriti tüpoloogiliselt ja tehnoloogiliselt keraamikaeelsesesse mesoliitikumi (*ibid.*, 34). Tulekivi on tõenäoliselt kohalik (Kriiska & Johanson 2003 34). Kuna osa tulekivist on krobeline pinnaga, oletasid kaevamiste juhatajad, et seda materjali on murtud asulast kaugemal (Kriiska *et al.* 2004, 31).

2003. aastal leiti kokku 53 teisase töölusega eset, kõik on valmistatud tulekivist (Kriiska & Lõhmus 2003/2004, 10). Enamus neist on kõõvitsad, kokku 30, neist 3 katked (56,6% töödeldud esemetest). 19 uuritsat on valmistatud laastust ning 8 on tehtud killust. Muude sekundaarsete töötlusjälgedega leidude hulgas on 2 tulekivist nuga ja 12 retušeeritud laastu (Kriiska *et al.* 2004, 34). Peale lõhestustehnikas valmistatud esemete leiti Kivisaarest ka kolm lihvitud raieriista katket (Kriiska & Lõhmus 2003/2004, 10).

Sarnaselt 2002. ja 2003. aasta väljakaevamistega, koosneb enamuse 2004. aasta leiumaterjalist kivileidudest. 1579 leiust on 1319 kivist, neist omakorda 1236 tulekivist (93,7% kivileidudest), 40 kvartsist (3%) ja 43 teistest kivimitest (3,3%) (Kriiska & Lõhmus 2004/2005, 25). Kõige arvukamalt on tulekivikilde, kokku 910 (73,6% tulekivileidudest), kvartsikilde on 36 (90,0% kvartsileidudest) ja teiste kivimite kilde 34 (79,0% muudest kivileidudest) (*ibid.*). Laaste leiti kokku 280, neist 278 tulekivist (22,5% tulekivileidudest) ja 2 kvartsist. Leitud laastudest võimaldas täpsemat määramist 225 eksemplari, millest 44 on distaalotsad, 121 proksimaalotsad ja 60 keskosad (Kriiska & Lõhmus 2005, 36). Kokku leiti 2004. aastal 27 nukleust (2,2% tulekivileidudest) ja üks eseme toorik. Erinevalt 2003. aasta kaevamistest, kus enamusel nukleustest on bipolaarse töötlemise jäljed (Kriiska *et al.* 2004, 37), domineerivad 2004. aasta leidude seas üheplatvormilised nukleused (Kriiska & Lõhmus 2005, 37). Kasutatud tulekivi on sarnaselt eelneva kahe aasta arheoloogilistel kaevamistel kogutud materjaliga valdavalt kohalikku päritolu. Osadel kohalikel tulekivileidudel on krobeline pealispind, mis või osutada selle materjali murdmisele ning vähemalt 19 tulekivileidu (1,5% tulekivileidudest) pärinevad väljaspoolt Eestit – roosad ja lillad erimid tõenäoliselt Kesk-Venemaalt ja hallid või hallikaspruunid Lõuna-Leedust või Valgevenest (*ibid.*, 35).

Teisese töötlusega esemeid on 59 (3,8% kivileidudest) (Kriiska & Lõhmus 2004/2005, 25). Arvukaimaks leiurühmaks on ka 2004. aasta kaevamiste materjali hulgas kõõvitsad: kokku 28 eksemplari (47,5% sekundaarse töötlusega leidudest), lisaks 2 kõõvits-uuritsat. 17 kõõvitsat on valmistatud killust, 4 laastust või laastukatkest ning 1 bipolaarse nukleuse katkest (Kriiska & Lõhmus 2005, 37). Suhteliselt arvukat saadi ka retušitud servadega kilde ja laaste, kokku 24 (30,7% teiseste töötlusjälgedega leidudest). Üksikeksemplaridena on kollektsioonis poolkuukujuline tulekivist nuga, tulekivist puur ja tulekivist uurits (*ibid.*, 38). Peale lõhestatud tehnikas valmistatud esemete leiti ka kaks kivikirve ja/või talva katket ja üks Karjala metatufist rõnga katke, mille kaevamiste juhatajad sidusid analoogide järgi kammkeraamika kultuuriga (*ibid.*, 38–39).

2.2. Tulekivi töötlemise vahendid

Kuna kivimite töötlemiseks kasutatud vahendeid ei ole olulisel määral töödeldud, on neid raske eristada muust, looduslikust materjalist ja seetõttu on suur osa käesolevas töös mainitud „kasuteguritest“ eksperimentaalarheoloogilise, mitte arheoloogilise taustaga (Crabtree 1967; Tsirk & Kriiska 1998; Patten 1999; Tsirk 2014). Arvestades, et puit tavalistes tingimustes ei säili piisavalt kaua, on keeruline tuvastada, kas leitud kiviaegsed tööriistad on olnud varretatud või on neid kasutatud nii nagu nad esinevad leiumaterjalis.

Kuigi on raske eristada, kas igat konkreetset tööriista on kasutatud kivi töötlemiseks või mõneks muuks ülesandeks, on kohati see siiski võimalik. Vahel on vasara pinnalt võimalik eristada töödeldud toormaterjali fragmente näiteks tulekivi või kvartsi osakesi. Peamised tööriistad, mida on kasutatud kivi töötlemisel lõhestustehnikas, on vasarad. Vasarad jagunevad omakorda pehmeteks ja kõvadeks. Kõvad vasarad ehk löögikivid on valmistatud kõvadest kividest nagu näiteks kvartsiit või ümaratest tulekivimunakatest (Tsirk & Kriiska 1998, 8). Pehmed vasarad on valmistatud sarvest, pehmest kivist (lubja- või liivakivi) või kõvast puidust (tamm, vaher, pukspuu) (Tsirk & Kriiska 1998, 8; Crabtree 1967, 61).

Olulisteks vahenditeks kivi lõhestamisel olid ka erinevad suruvahendid, mille eelistatud materjaliks oli sarv, kuid erinevalt pehmetest vasaratest kasutati survitsana sarve tippu. Peale sarve on survitsaid tehtud ka näiteks puidust ja kivist (Crabtree 1967, 65). Nagu nimi viitab, olid need mõeldud surutehnikas kivi töötlemiseks.

Kärne kasutati abivahenditena vahendatud lööklõhestustehnikas. Kärn asetati töödeldava kivi platvormile ning selle kaudu anti vahendatud löök. Sarnaselt survitsatele olid kärnid valmistatud peamiselt sarveotsast kuid neid on tehtud arvatavasti ka puidust (*ibid*, 63–64). Enamasti olid kärnid ümara otsaga kuid arheoloogilises leiumaterjalis leidub ka lamedaotsalisi kärne (Tsirk 2014, 18).

Alasid on löögiriistade kõrval ühed tähtsamad kivitöötlusvahendeid. Alaseid on kasutatud erinevate tehnikate puhul kuid peamiselt alasi- ja bipolaarse tehnika juures. Alasite peale on võimalik toetada kamakaid, et neid töödelda ka näiteks kõva lööklõhestusega (Crabtree 1967, 62–62; Tsirk 2014, 21). Alaseid on võimalik tuvastada arheoloogilises materjalis struktuurikahjustuste (enamasti lohud kivide pinnal) järgi (nt. Rostedt & Kriiska 2019, 656–657).

2.3. Tulekivi lõhestamise tehnikad

Kiviaegsed kivide töötlemistehnikad jagunevad kaheks suuremaks rühmaks: lõhestamistehnikad, mis omakorda jagunevad löök- ja surutehnikateks ning lihvimistehnikad. Kuna minu uurimistöö käsitleb lõhestustehnikaid, keskendun antud peatükis vaid nendele võtetele. Lööktehnikad võivad olla nii vahetud kui vahendatud. Vahetut löögitehnikat rakendades antakse löök pehme vasara, poolpehme või kõva löögikiviga otse tulekivi pihta. Vahetu lööklõhestuse eeliseks on võimalus rakendada suurt jõudu, kuid selle eest muutub antud löök raskemini kontrollitavaks (Tsirk, Kriiska 1998, 10).

Platvormtehnikas antakse vasaraga löök kivi pihta toetades töödeldavat kivi vastu reit, hoides seda käes või vastu alasit. Erinevalt bipolaarsest lõhestusest antakse platvormtehnikas löök nurga alt. Löök tuleb anda nurga alt, kuna lõhenemine toimub kivis karpjalt ning liiga järsk nurk võib nukleuse rikkuda (Patten 1999, 55).

2.3.1. Alasitehnika

Alasitehnika on kivi lõhestamise meetod, kus kivitöötleja hoiab nukleust ühe või mõlema käega ning lööb selle vastu alasit, milleks on tavaliselt suurem kivi (Tsirk 2014, 24). Antud tehnika on sobilik suurte kamakate lõhestamiseks väiksemateks kamakateks. Samas on see tehnika ka üpriski ohtlik, kuna lõhestus nõuab suure jõu rakendamist ning killud eemalduvad lõhestaja näo suunas (Schick & Toth 1993, 120).

Alasitehnika üheks alamliigiks võib lugeda ka visketehnikat, mis kujutab endast töödeldava kivi heitmist vastu alasit, ning mille läbi on võimalik kamakat purustada. Alasi ja kamaka puutepunktis puruneb lõhenenud kivi struktuur (samas, 120). Antud tehnikad on erilised, sest need on ainukesed kivi töötlemise viisid, kus töödeldavat kivi kasutatakse löögi andmiseks.

2.3.2. Bipolaarne lõhestus

Bipolaarsel lõhestusel toetatakse töödeldav kivim alasile ning kivile antud löök lõhestab toormaterjali mõlemast otsast. Ühest otsast lõhestab kivimit löök ise ning teisest otsast

eemaldub kild läbi surve, mis tekib kui löök surub kivi vastu alasit. Löögijõud liigub otse läbi kivi alasisse (Tsirk & Kriiska 1998, 10).

Bipolaarne lõhestamine võimaldab rakendada suurel hulgal jõudu, mida on kasutatud ümarate munakate purustamiseks ja mis oleks teisi tehnikaid rakendades keeruline või isegi võimatu (Tsirk 2014, 25). Bipolaarset lõhestust on kasutatud ka väga väikeste kivitükkide töötlemisel või ettearvamatu lõhenemismustriga kivimite, näiteks kvarts, töötlemiseks (Schick, Toth 1993, 120).

Bipolaarne lõhestus jätab töötlusel omapärased jäljed. Kuna bipolaarsel lõhestusel saab kivi löögi mõlemast otsast, on killul näha kaks erinevat komplekti lööklaineid. Lained algavad löögipunktist ning hajuvad lõhenemise teekonna suunas. Lööklainete amplituudi määrab töödeldav materjal. Mida väikseteralisem on materjal, seda tihedamalt asetsevad kivi pinnal lained (Tsirk 2014, 78). Lööklained on selgemalt nähtavad tulekivil, samas kui kvartsil ei ole tavaliselt võimalik laineid tuvastada (Driscoll 2010, 129).

Bipolaarse lõhestustehnika kasutamisest võivad märku anda ka killu kuju, mille mõlemad otsad peaksid olema nii laiuselt kui paksuselt ahenevad, ning killu mitmel küljel leiduvad lõhenemisjäljed, mis võivad muuta killu kuju ebastandardseks. Löögiplatvormid on tavaliselt kitsad ja tugevalt purunenud. (Tsirk & Kriiska 1998, 10)

2.3.3. Kõva lööklõhestus

Kõva lööklõhestus on lõhestamistehnika mille järg on löök antud kõva löögikiviga vastu platvormi, mille tulemusena tekivad väiksema amplituudiga tugevamad lööklained. Töödeldavat kivi on hoitud kas käes või toetatud reiele või alasile. Erinevalt bipolaarsest tehnikast antakse löök platvormi pihta nurga alt (Tsirk & Kriiska, 10).

Kõvale lööklõhestusele viitab kitsas ja purunenud platvorm. Võrreldes pehme tehnikaga on kõval lööklõhestustehnikal tavaliselt selgelt välja paistev löögimügarik ning karpjas löögiarm (Inzian *et al.* 1992, 74) ja purunenud platvormi jäänus (Crabtree 1972, 44). Kõva lööklõhestus tekitab killus/laastus ka tugevat servalainetust ning väändumist. Kuna lainetust ja väändumist on rohkem kui teistes tehnikates, on selle lõhestusviisi üheks markeriks nn väändumise arm.

2.3.4. Pehme lööklõhestus

Pehme lööklõhestustehnika töötlemispõhimõtted on sarnased kõvale lööklõhestustehnikale. Erinevuseks on vaid orgaanilisest materjalist vasara või pehme löögikivi kasutamine platvormile löögi andmiseks. Pehme löögikivi jätab lõhestamisel üldjoontes samasuguse jälje nagu puidust või sarvest vasarad (Odell 2004, 59).

Pehmele lööklõhestusele viitab lai, tihti ovaalse kujuga platvorm, mis ei ole purunenud. Võrreldes kõva lööklõhestustehnikaga on pehme lööklõhestustehnika puhul löögimügarik tavaliselt väikesem kuigi see võib olla ka sama suur (Tsirk & Kriiska 1998, 9–10) ning löögiarm kas karpjas kuid hajutatud või liistakakujuline. Üldiselt viitab pehmele lööklõhestustehnikale ka see, et võrreldes kõva lööklõhestustehnikaga on lõhenemisejäljed sujuvamad ning raskemini märgatavad. (Coles & Higgs 1969, 57; Newcomer 1975, 98)

2.3.5. Surutehnika

Surutehnikas eemaldatakse töödeldavast kivist kild/laast kasutades vahetult edastatud survet. Kivile avaldatakse survet asetades survitsa tipp vastu eemaldatava killu platvormi. Surutehnika võimaldab nukleusest eemaldada pikki ja kitsaid laaste (Pelegrin 2012, 469). Varasemaid surutehnikas töödeldud laaste on Eestis leitud Pulli asulakohast (nt Sørensen *et al.* 2013, 24–25).

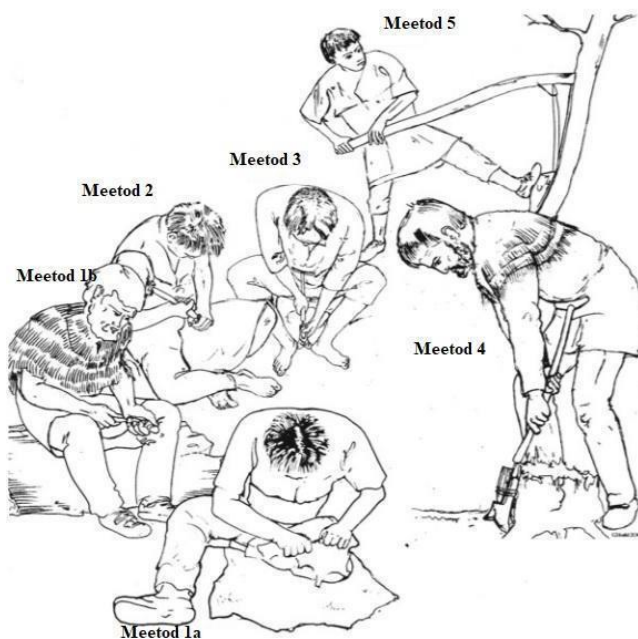
Kivile vahetut survet avaldades on võrreldes teiste lõhestustehnikatega võimalik kivi lõhenemist täpsemalt kontrollida. Parem kontroll võimaldab nukleusest eemaldada pikemaid laaste ning seda on võimalik teha, võrreldes teiste tehnikatega, järjepidevamalt (Tsirk 2014, 26). Surutehnika nõrkuseks on rakendatava jõu piiratus. Killu eemaldamiseks rõhu abil on vaja kasutada rohkem jõudu kui lööklõhestusel, mispärast ei ole võimalik surutehnikat kasutades ilma abivahenditeta suuremaid laaste eemaldada (Pelegrin 2012, 467–468).

Pelegrin jaotab surutehnikad rakendatava jõu suuruse järgi viieks tehnikaks, milleni on jõutud eksperimentaalarheoloogiliste katsetega aga millele eksisteerivad ka vasted arheoloogilises materjalis (Pelegrin 2012, 479; Pelegrin 2006, 41).

- Esimene tehnika jaguneb a ja b variandiks; tehnika a varianti kasutades hoitakse varretamata survitsat ühes käes ja töödeldavat kivi teises käes, b variandi puhul on kivi

stabiliseerimiseks kasutatud abivahendeid. B varianti kasutatakse tavaliselt siis, kui nukelus on liiga väike, et sellest oleks võimalik piisava jõuga kinni hoida (joonis 1) (Pelegrin 2012, 468–469).

- Teine meetod asendab käes hoitava survitsa varretatud survitsaga ning töödeldavat nukleust hoitakse käes. Survitsale lisatakse kark, millele toetatakse õlaga, see võimaldab kivile jõudu rakendada kogu ülakehaga. Kark on suhteliselt lühike, vastavalt töötlejale 30–40 cm (joonis 1) (Pelegrin 2012, 469).
- Kolmandas meetodist kasutatakse samuti lühikest karku, mis seekord toetatakse vöökohale, töödeldav kivi toetatakse vastu maad, mis võimaldab nukleust paremini stabiliseerida ning lõhestaja saab rakendada ka osa oma kehamassist (joonis 1) (Pelegrin 2012, 470, 473).
- Neljas meetod hõlmab pika kargu kasutamist, kus lõhestaja kasutab kogu oma keha massi püstisest asendist, et nukleusest laast eemaldada. Pikem vars võimaldab rohkem jõudu rakendada, aga varre paindumus muudab killud tihti väändunuks ja laineliseks ning see põhjustab laastu murdumist. Selline meetod nõuab ka tugevat mehhanismi kivi paigal hoidmiseks (joonis 1) (Pelegrin 2012, 475–476).
- Viies meetod kasutab kangi jõu kordajana. Kang on kinnitatud puu külge või kivide vahele ning sellega avaldatakse survitsa kaudu kivile survet, mis võimaldab rakendatavat jõudu suurendada 10 kuni 15 kordselt. Antud meetod võimaldab erakordselt pikki laaste nukleusest eemaldada (joonis 1) (Pelegrin 2012, 477–478).



Joonis 1. Erinevad surutehnika meetodid (Pelegrin 2012, 491).

Surutehnikale on resultatiivse tulemuse puhul iseloomulik pikk ning kitsas laast. Laastu servad on üksteise suhtes peaaegu paralleelsed ning profiil on samuti enamasti sirge, välja arvatud distaalots, mis kaardub nukleuse kuju järgi. Laastu dorsaalsel poolel on tavaliselt nähtavad eelmistest lõhestamistest tekkinud harjad (Pelegrin 2003, 42; David & Sørensen 2016, 123). Eemaldatava laastu platvorm on ovaalse kujuga, mis on laiuselt suurem kui paksuselt. Võrreldes vahendatud või pehme lööklõhestusega, on surutehnikas töödeldud killu/laastu platvormijäänus väiksem. Kiviajal kasutatud survitsad olid orgaanilisest materjalist (peamiselt sarve otsast), mistõttu ei ole kiviaegsetel surutehnikas töödeldud kildudel näha platvormi purunemist. Samuti on surutehnika puhul sage nn huule olemasolu killu/laastu platvormijäänusel, mis tekib tulekivi killu lahti rebenemisel nukleusest (Pelegrin 2012, 483). Lööklained esinevad surutehnika puhul harva kuna rakendatav jõud on suhteliselt madal. Pehmest ja vahendatud lõhestustehnikast eristub surutehnika ka väikse löögimügariku poolest.

2.3.6. Vahendatud lööklõhestus

Vahendatud lööklõhestus on kivitööstustehnika, kus töödeldavast kivist eemaldatakse kild kasutades rakendatava jõu suunamiseks kärni. Vahendatud lööklõhestus võimaldab kivi töötlejal jõudu rakendada täpsemalt (Tsirk 2014, 25). Samas on antud tehnika võrreldes teiste

tehnikatega aeglasem kuna kärn tuleb peale igat lööki uuesti paika seada. Meetodi teiseks nõrkuseks on see, et vahendatud lööklõhestustehnikat rakendades on mõlemad käed kaasatud löögi andmisel, mistõttu on kivi stabiliseerimine keerukas (Tsirk & Kriiska 1998, 10–11).

Antud uurimistöö raames käsitletavatest kivitöötlemise tehnikatest, on vahendatud lööklõhestus kõige hilisem. Varasemalt dateeriti vahendatud lööklõhestuse kasutuselevõtt hilispaleoliitikumi kuid 2000. aastate esimesel poolel tehtud uuringute kohaselt asetatakse selle tehnika kasutuselevõtt Lääne-Euroopas aega umbes 5800 aastat eKr (Pelegrin 2006, 40).

Tihti on vahendatud lööklõhestuse eristamine surutehnikast keeruline, kui mitte võimatu. Vahendatud lööklõhestus võimaldab rakendada rohkem jõudu kui surutehnika, kuid seda vahet aitab korvata surutehnika rakendamine kasutades kangi. Suurem jõud võimaldab eemaldada laiemaid kilde ja laaste, mis tähendab, et tavaliselt on laiemad laastud valmistatud kasutades kas vahendatud lööklõhestust või viienda tehnika surulõhestust (Pelegrin 2006, 42; Pelegrin 2012, 478). Kangitehnikaga võrreldes on vahendatud lööklõhestuse laastud kõveramad, ebakorrapärasemad ja paksemad ning laastudel esineb lainetust ventraalsel küljel tihedamini kui surutehnikas töödeldud laastudel (Pelegrin 2006, 42).

2.3.7. Retušš

Sekundaarse töötamise indikaatoriks on retušš. Võrreldes esmase töötamise jälgedega, leidub leiumaterjalis sekundaarseid töötlusjälgi harvem kuna tihti piisas esmasest töötamisest arvestades, et eemaldatud killu servad on äärmiselt teravad (Kriiska *et al.* 2020, 73). Retušši puhul eemaldatakse töödeldavast servast mikrokilde, et eseme serva tugevdada ning teritada, selleks on tavaliselt kasutatud surutehnikat kuid on kasutatud ka vahetat lööklõhestust (*ibid.*). Retušši on kasutatud ka esemete ümbertöötlemisel ja parandamisel. Retuššiga antakse esemele lõplik kuju (Andrefsky Jr. 2005, 79).

2.4. Kivisaare kivileidude määramise kriteeriumid

Leidude määramiseks koostas Microsoft Accessi andmebaasi ja selle täitmise hõlbustamiseks blanketi (joonis 2), milles koondasin tulekivi määramiseks vajalikud esmased parameetrid (pikkus, laius, paksus ja kaal), esemetüübi kirjelduse (terviklikus, hari,

proksimaal-, kesk- ja distaalots, kild, laast, nukleus), tehnika ning sellele iseloomulikud omadused (löögimügarik, löögiarm, lõhenemise jälg, löögiplatvorm, üldkuju, servakuju), sekundaarsete töötlusjälgede esinemise ning muud vajalikud kommentaarid. Tehnika määramiseks oli vajalik esemel ära tunda vähemalt kolm iseloomuliku parameetrit.

ID	<input type="text" value="(New)"/>	Distaalots	<input type="checkbox"/>
Kogu nr	<input type="text"/>	Kild	<input type="checkbox"/>
Materjal	<input type="text"/>	Laast	<input type="checkbox"/>
Pikkus	<input type="text"/>	Nukleus	<input type="checkbox"/>
Laius	<input type="text"/>	Tehnika	<input type="text"/>
Paksus	<input type="text"/>	Löögimügarik	<input type="text"/>
Kaal	<input type="text"/>	Löögiarm	<input type="text"/>
Koorik	<input type="checkbox"/>	Lõhenemise jälg	<input type="text"/>
Eseme terviklikkus	<input type="text"/>	Löögiplatvorm	<input type="text"/>
Hari	<input type="text"/>	Üldkuju	<input type="text"/>
Proksimaalots	<input type="checkbox"/>	Serva kuju	<input type="text"/>
Keskosa	<input type="checkbox"/>	Esmane produkt	<input type="checkbox"/>
		Kommentaar	<input type="text"/>

Joonis 2. Microsoft Accessi blankett tulekivileidude määramiseks.

3. Tulemused

3.1 Eksperimentaalarheoloogilised katsed tulekivi lõhestamisel

Uurimistöö käigus viisin läbi eksperimendi, mille raames lõhestasin kolm tulekivikamakat kasutades bipolaarset lõhestust, kõva lööklõhestust ja pehmet lööklõhestust. Kamakaid kaaluti enne ja pärast lõhestamist, et selgitada välja materjali kadu.

Bipolaarsel lõhestamisel kasutasin looduslikku tulekivikamakat mõõtudega 55,5 x 42,5 x 30,1 mm. Kamakas korjati 16.04.2021 Lääne-Tartumaalt Meeri külast (koordinaadid XY 646491, 6461718). Toormaterjali kvaliteet oli madal, kamakas koosnes põhiliselt lubjakivist. Kamaka kaal enne töötlemist oli 63,6 g. Töötlemise järel kaalusid kõik kokku kogumist võimaldavad killud, laastud ja nukleus 55 g, mis tähendab, et materjali kadu (mis arheoloogilistel kaevamistel jääb üldjuhul leidmata) oli 13,5 % (8,6 g). Kamaka lõhestamise tulemusena sain 88 kildu ja järgi jäi nukleus kaaluga 10,6 g. Nendest olid tehnoloogiliselt määratavad (st vähemalt kolme iseloomuliku tunnusjoonega) 21 (23,6%) kildu, ülejäänute tehnoloogiat ei olnud võimalik määrata või sarnanesid need teiste tehnikatega. Kaaluliselt jaotusid killud järgnevalt: määratavad 73,3% (40,3 g) ja mitte määratavad 26,7% (14,7 g). Kui arvestada nukleust materjali kaona, tõuseb materjali kadu 30,2 %-le (19,2 g).

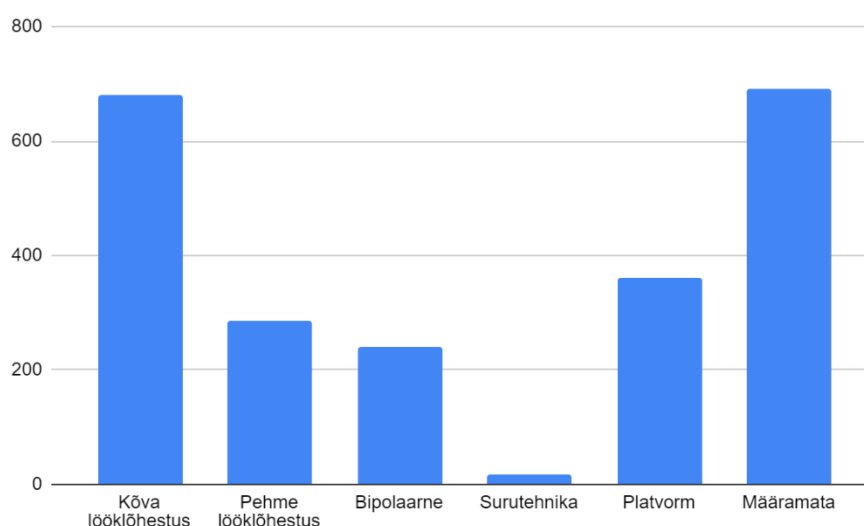
Kõvas lööktehnikas töötlesin kamakat, mille mõõdud olid 49,6 x 38,8 x 47,9 mm. Kivi korjati 16.04.2021 Võrtsjärve läänekalda lähedalt (koordinaadid: XY 611355, 6463185). Võrreldes kahe teise eksperimendis kasutatud kamakaga oli see tulekivi kõrgema kvaliteediga, kuid siiski suhteliselt lubjakivirohke. Enne töötlemist kaalus kivi 75,9 g ning töötlemise järel kaalusid nukleus ja killud 66,6 g, mis tähendab, et materjali kadu oli 12% (9,1 g). Kivi lõhestamise saaduseks sain 51 kildu ja nukleuse kaaluga 28,9 g, millest vähemalt kolme määratava tunnustega olid 28 (53,8%), ning ebapiisavate tunnustega 24 (46,2%). Massi järgi jaotusid killud: 92,8% (61,8 g) määratavateks ja 7,2% (4,8 g) mittemääratavateks. Nukleuse arvestamisel massi kaona, tõuseb see 57,1% (38 g).

Pehmes lööktehnikas lõhestasin kamaka mõõtudega 71,4 x 49,5 x 47,5 mm. Kivi korjati 16.04.2021 Võrtsjärve läänekalda lähedalt (koordinaadid: XY 606810, 6463185). Toormaterjalis esines vaheldumisi tulekivi ja lubjakivi sooni. Enne kamaka lõhestamist oli selle kaal 165,6 g. Töödeldud esemed kaalusid 151,1 g, mis tähendab, et materjali kadu oli 8,8% (14,5 g). Lõhestamise tulemusena sain 107 kildu ja 1 laastu ning nukleuse, mis kaalus

33,7 g. Töödeldud esemetest 33-1 (30,6%) oli määramiseks piisavalt parameetreid ja 75 (69,4%) määratavad parameetrid puudusid. Määratavad esemed kaalusid 112 g (74,1%) ning mittemääratavad killud ja laast 39,1 g (25,9%). Lisades nukleuse massi materjali kaole tõuseb see 29 %-le (48,2 g).

3.2. Kivisaare tulekivileiud

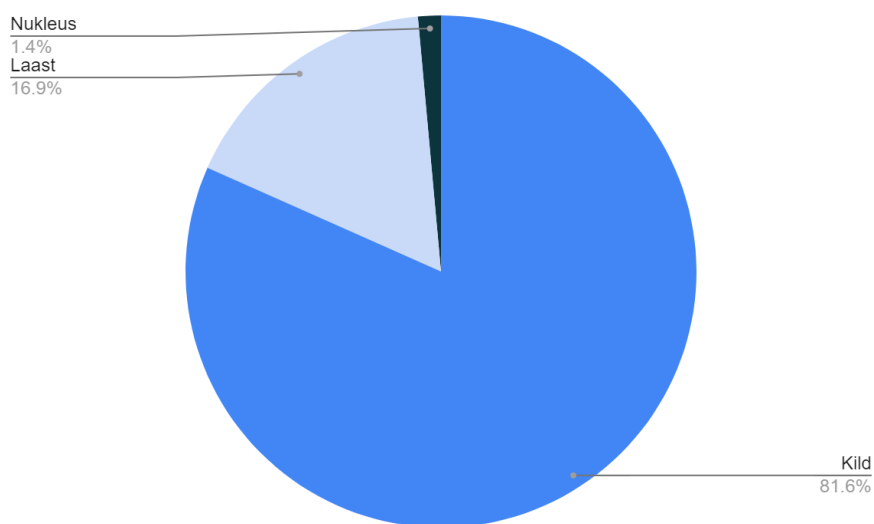
Uurimuse käigus analüüsisin 2002. aasta Kivisaare arheoloogiliste väljakaevamiste (peanumbri TÕ: 1113) tulekivileide. Kokku analüüsisin 2273 tulekivist leidu, mis kuulusid alanumbrite 1–1548 alla. Leiud, mis jäid alanumbrite 1–67 alla, on läinud välitööde ajal segamini ja ühendatud alanumber 1 all.



Joonis 3. Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste tulekivileidude tehnoloogilised määrangud.

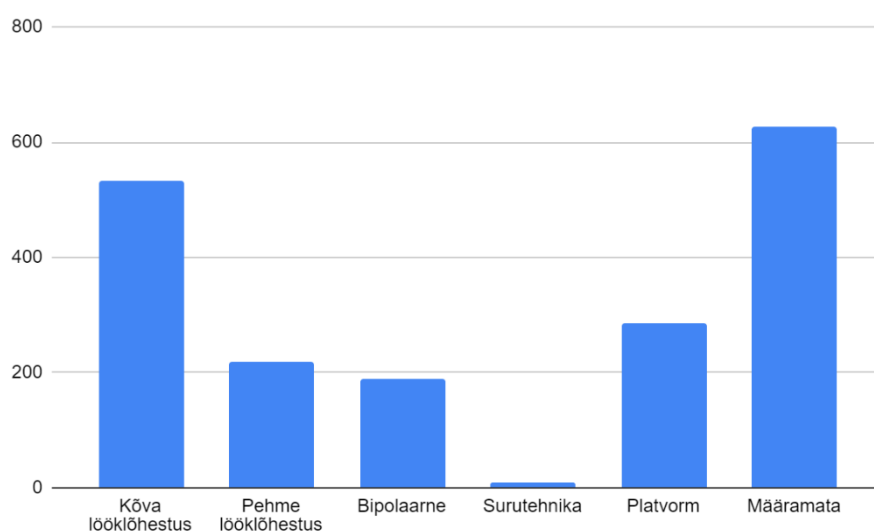
Tehnoloogia määrangute järgi (joonis 3) on suurimaks rühmaks artefaktid, mille puhul ei ole võimalik määrata tehnoloogiat („määramata“) või on võimalik konstateerida ainult platvormi jäänuse olemasolu („platvormitehnika“). Täpsema tehnoloogilise määranguta leide on kokku 1051 (46,2% kõikidest tulekivileidudest), millest 691 (30,4%) moodustavad „määranguta“ ja 360 (15,8%) ilma täpsustuseta platvormitehnikas töödeldud esemed. Teiseks arvukamaks rühmaks on 680 tugeva lööklõhestusega töödeldud kildu ja laastu (55,6% määratavatest tulekivileidudest). Sellele järgneb pehme lööklõhestus, mille järgi esineb 285 killul ja laastul (23,3%). Bipolaarse töötuse järgi esineb 241 killul ja laastul (19,7%). Kõige väiksema

esinemissagedusega tehnoloogia 2002. aastal väljakaevatud Kivisaare leiumaterjali hulgas oli surutehnika, mida esineb tulekivist artefaktidel 17 korda (1,4%).



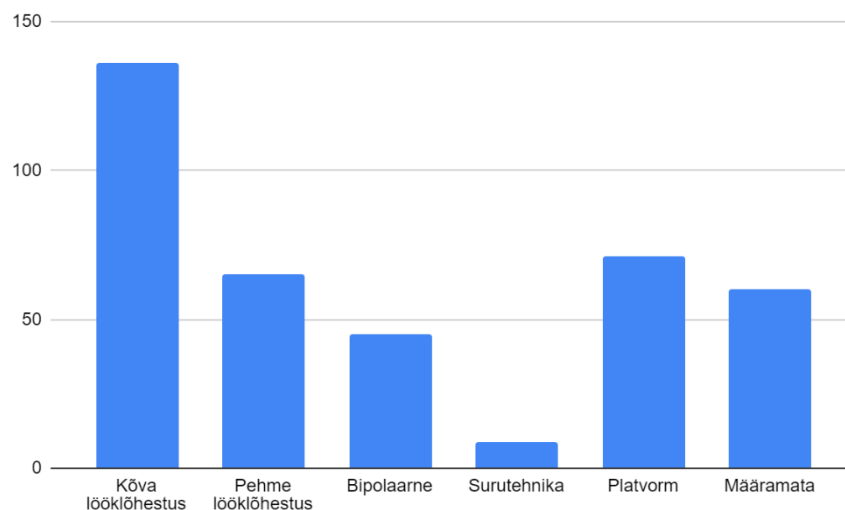
Joonis 4. Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste tulekivileidude töötlemissaaduste jagunemine.

Uuringu käigus analüüsisin 2273 leidu (joonis 4), millest suurima osa moodustavad killud 1863 (81,6 % kogu tulekivileidudest). Suuruselt järgmine leiugrupp on laastud 386 (16,9%). Nukleused moodustasid kõige väiksema osa leidudest, kokku 33 eksemplari (1,4%).



Joonis 5. Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste tulekivikildude tehnoloogiline jaotumine.

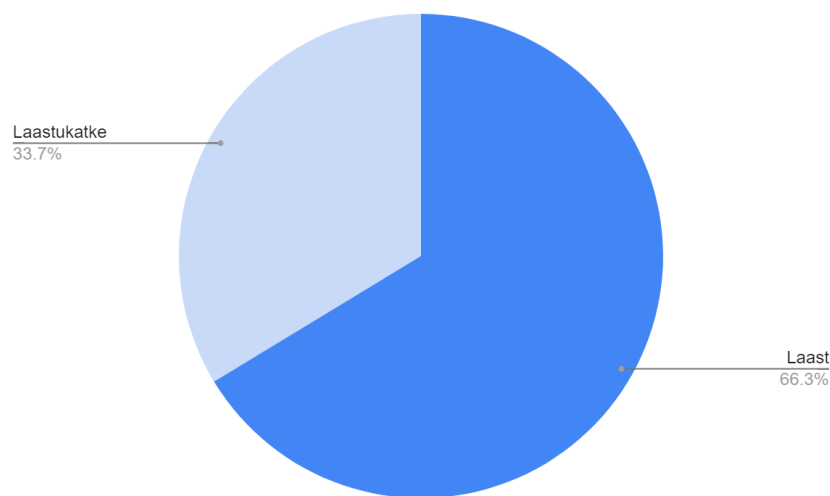
Tulekivist kilde leiti 2002 aasta väljakaevamistel 1862. Kilde, millel ei ole piisavalt parameetreid täpsema tehnoloogia määramiseks on 913 (49% kõikidest tulekiviledudest), mis jagunevad 285 (31,2% mittemääratavatest tulekivikildudest) platvormtehnikaga töödeldud killuks ja 628 (68,8%) “määramata” killuks. Määratavad leiud moodustavad tulekivikildudest 51% (949 esemplari). Määratud leidudest moodustab suurima rühma kõva lööklõhestusega töödeldud killud 534 (56,3% määratavatest tulekivikildudest) leiuga, millele järgnevad pehme lööklõhestusega töödeldud killud 218 (23%) eksemplariga. Bipolaarseid kilde on kokku 188 (19,8%), ning surutehnikaga töödeldud killud on esindatud 8 (0,7%) eksemplariga (joonis 5).



Joonis 6. Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste tulekivilaastude jaotumine töötlemistehnikate järgi.

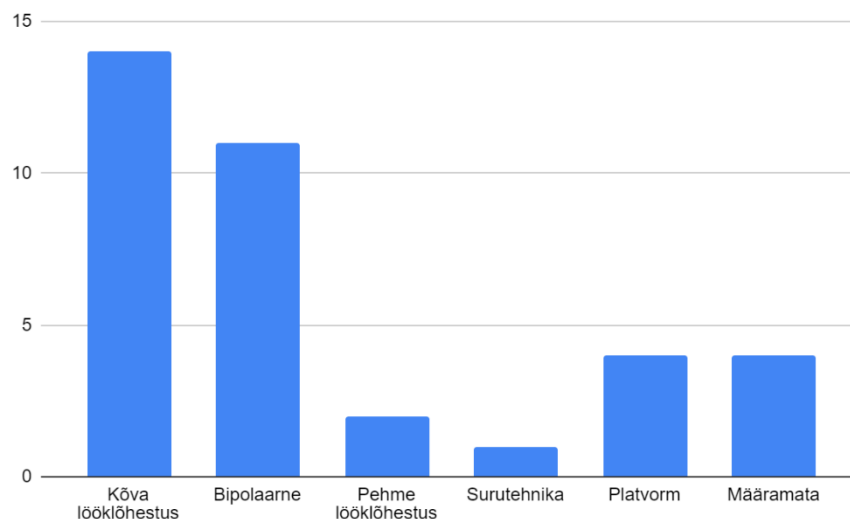
386 laastust ja laastukatkest oli tehnika määratav 255 eksemplaril (joonis 6) (66,1% kõikidest tulekivilaastudest). Ülejäänud 131 (33,9%) artefaktist 71 (18,4%) juhul ei olnud võimalik tehnikat eristada üldse ja 60 (15,5%) juhul sai vaid konstateerida, et kasutatud on platvormtehnikat. Kõikidest väheste või puuduvate tunnustega leidudest (1051) on 131 laastud (12,5%). “Määramata” leidudest (691) on 60 (8,7% “määramata” tulekivi leidudest) laastud ning vaid eristatava platvormtehnikaga esemetest (360) on 71 (19,7%) laastud. Tulekivileidudest, mille töötlusvõtted on määratavad moodustab suurima rühma kõva lööklõhestusega töödeldud laastud 136 eksemplariga (53,3% määratavatest tulekivilaastudest). Kõikidest 671 kõva lööklõhestusega töödeldud esemest moodustavad laastud 20,3% (136 eksemplari). Pehme lööklõhestusega töödeldud laaste on 65 (25,5% määratavatest tulekivilaastudest). Pehme lõhestusega töödeldud leidude koguarvust (285 eksemplari)

moodustavad laastud 22,8%. Bipolaarseid laaste on määratud leidude seas 45 (17,6% määratavatest tulekivilaastudest), kuid kõikide tulekivist bipolaarsete leidude seast, mida on kokku 241, moodustavad laastud 18,7%. Kõige vähem, vaid 9 (3,5% määratavatest tulekivilaastudest) on surutehnikas valmistatud laaste. Vaatamata surutehnikas töödeldud laastude ja kildude vähesusele (kokku vaid 17 eksemplari), on laastude osakaal selles tehnikas suurim – 52,9% (9 juhtu). Ülejäänud surutehnikas töödeldud esemed on tehnika iseärasusi arvestades samuti „potentsiaalsed“ laastud, kuid neist on järgi vaid katked, mis ei võimalda eristada kas on tegemist kildude või laastudega.



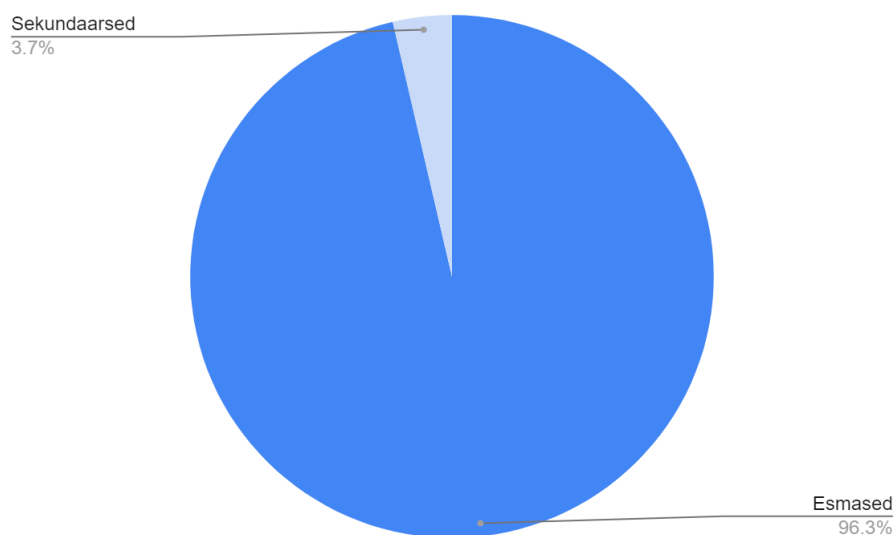
Joonis 7. Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste tulekivilaastude jaotumine tervislikeks ja katketeks.

Kivisaare asulakohast leitud arheoloogiliste leidude seast määrasin laastuks 386 leidu (joonis 7). Laastud jagasin omakorda laastudeks ning laastukatketeks, vastavalt 256 (66,3% kõikidest tulekivilaastudest) ja 130 (33,7 %).



Joonis 8. Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste tulekivinukleuste tehnoloogiline jaotumine.

Kivisaarelt 2002 aasta väljakaevamiste käigust leitud tulekivinukleuste seast on võimalik tehnoloogiliselt määrata 28 (84,4% kõikidest tulekivinukleustest) leiul (Joonis 6). Tehnikad jagunevad nukleustel järgmiselt: kõva lööklõhestuse jälgi on 14 (50% määratavatest tulekivinukleustest), bipolaarse lõhestuse jäljed on 11 (39,3%) nukleusel, pehme lööklõhestuse tunnused leiduvad 2 (7,1%) eksemplaril ja surutehnika kohta on tõendeid ühel (3,6%) nukleusel.



Joonis 8. Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste esmaste ja sekundaarsete jälgedega tulekivileidude suhe.

Kivisaarest leitud töödeldud tulekivi hulgas moodustavad enamuse esmase lõhestuse töötlemissaadused ja jäägid ning ka nende hulka arvatud nukleused (joonis 8). Artefakte, millel on ainult esmased töötlusjäljed oli 2190 (96,3% kõikidest tulekivileidudest), neist 31 on nukleused (1,5% esmaste töötlusjälgedega esemetest). Sekundaarsete töötlusjälgedega esemeks määrasin 83 leidu (3,7% kõikidest tulekivileidudest). Sekundaarse töötluste jäljeks on retušš.

4. Arutelu

Uurimistöö peamiseks eesmärgiks oli Kivisaare 2002 aasta tulekivileidude töötlemiseks kasutatud tehnikate määramine kasutades süsteemi, mis võimaldaks seda teha võimalikult järjepidevalt. Leidude määramise ühtsuse tagamiseks tegin Microsoft Accessi andmebaasi, mille täitmise hõlbustamiseks kasutasin peatükk 2.4.-s välja toodud blanketti. Leiu määramiseks pidi vaadeldaval esemel olema vähemalt kolm antud tehnikale iseloomulikku tunnust. Alla kolme tunnusega artefakte ei määratud, sest enamus tunnuseid ei ole iseloomulikud ainult ühele lõhestustehnikale. Erandiks on siinkohal kahe purunenud platvormi leidumine esemel, mis viitab bipolaarsele tehnikale. Platvormitehnika all on mõeldud pehmet või kõva lööklõhestust esemetel, kus puuduvad piisavad parameetrid nende eristamiseks või esinevad mõlema tehnika parameetrid koos.

4.1. Eksperimendid

Eksperimentide käigus jõudsin järeldusele, et erinevalt kohtadest, kus tulekivi on hõlpsasti ja suurte kamakatena kättesaadav, kasutati Eestis tulekivi lõpptöötlusel teistsuguseid tehnikaid. Traditsiooniliselt, on tehnikate kasutamise järjekord liikunud suurema jõu ja kõvade löökriistade juurest (alasi tehnika, bipolaarne lõhestus, kõva lööklõhestus), vähem jõudu ning pehmemaid tööriistu nõudvate tehnikate poole (pehme lööklõhestus, surutehnika) (Kriiska *et al.* 2011, 80). Eesti puhul on toormaterjal aga nii väike ja seetõttu raskesti töödeldav, et lõplikku töötlust tuleks toormaterjali optimaalseks ärakasutamiseks läbi viia rakendades tehnikaid nagu bipolaarne lõhestus ja kõva lööklõhestus, mis võimaldavad rakendada suuremat jõudu (Kriiska *et al.* 2011, 84).

Uurimuse raames läbiviidud eksperimendid aitasid paremini mõista kildude teket ning erinevate tehnikate poolt tekitatud jälgi. Tuleb nentida, et minu kivide lõhestamise kogemus on siiski väga väike, koos eksperimentidele kulunud ajaga olen kive lõhestanud kokku vaid umbes 16 tundi. Kuigi eksperimendi sooritamisele eelnenud kogemus oli vähene, piisas sellest, et nukleusest järjepidavalt kilde eemaldada ilma nukleust “rikkumata”. Võrreldes arheoloogilise materjaliga, olid eksperimentide käigus töödeldud nukleused suuremad. Leiumaterjali keskmine nukleus kaalus 8,8 g, ning katse käigus kasutatud nukleuste keskmine lõppkaal oli

24,4 g (bipolaarne nukleus 10,6 g; kõva lööklõhestuse nukleus 28,9 g; pehme lööklõhestuse nukleus 33,7 g). Arvestades valimi suurusega ei ole võimalik teha põhjanevaid järeldusi, aga arvestades nukleuste massidega, saab väita, et nukleuse töötlemise viimastel etappidel on toormaterjali optimaalse kasutamise eesmärgil otstarbekas kasutada bipolaarset lõhestust, millele viitab ka bipolaarsete nukleuste esinemise sagedus leiumaterjalis – 11 Kivisaarelt 2002. aastal leitud nukleust on töödeldud bipolaarselt (33,3% kõikidest tulekivinukleustest) .

Eksperimentaalselt valmistatud bipolaarses tehnikas nukleusel (Lisa 1 fototahvel 1) esinesid nii pehme, kõva kui bipolaarse lõhestustehnika tunnustega kilde ja laaste. Selleks, et killule tekiksid bipolaarse lõhestuse tunnused (Lisa 1 fototahvel 4, A), peab eemalduv kild lõhenema terve nukleuse pikkuses, sest vastasel juhul kui killu lõhenemine lõppeb enne kui vastassuunast lõhenemine vastu jõuab, näeb kild/laast välja nagu ühe platvormiga kõva lööklõhestusega töödeldud kild. Eksperimentaalselt kõva lööklõhestusega töödeldud kamaka (Lisa 1 fototahvel 2) puhul on võimalik tuvastada umbes pooli kilde (Lisa 1 fototahvel 4, B) ning kilde ja laaste, mida võiks valesti tõlgendada on vähem. Pehme lööklõhestusega töödeldud leidude seast on võimalik määrata umbes kolmandikku (Lisa 1 fototahvel 4, C). Kõva ja pehmet lööklõhestust on antud juhul keeruline eristada, sest töödeldav kamakas sisaldab hulgaliselt paekivi, mis on tulekivist pehmem ning seetõttu võib see ka pehme lõhestuse puhul puruneda (Lisa 1 fototahvel 3).

4.2. Arheoloogiline leiumaterjal

Nagu eeldatud, moodustasid kõige suurema osa Kivisaare 2002 aasta kivileidudest artefaktid, millel puudusid määramiseks piisavad tunnused. Leide, mille puhul ei olnud võimalik töötlustehnikat määrata oli kokku 1051 (46,2% leidudest). Siinkohal oli üheks raskendavaks teguriks see, et osa leidudest olid põlenud. Põlenud esemed purunevad kergemini ning tihti võib neil märgata arme, mis on kohati sarnased kõva lööklõhestustehnika puhul esinevatele karpjatele löögiarmidele. Põlemisest tingitud kuumuse tõttu võib murduda ka määramiseks vajalik diagnostiline osa, näiteks proksimaalots, mis teeb tehnika määramise võimatuks.

Tehnikate määramiseks kasutasin tabelis 2 väljatoodud parameetreid. Löögimügarikke esineb kõikide tehnikate puhul, kuid enam on neid pehmes lööklõhestuses (85,5%) ja surutehnikas (76,5%) kildudel/laastudel. Kõva lööklõhestusega töödeldud kildude ja laastude puhul esineb

löögimügarik umbes pooltel leidudel (55,8%) ning see on tavaliselt suhteliselt suur ning selgemate piiridega. Bipolaarse lõhestuse puhul esineb löögimügarikku kõige vähem, ainult 30,5% juhtudest ning see on enamasti moondunud kujul kattes ainult osa eseme laiuselt. Mügarikele tekkivad löögiarmid võimaldavad veelgi täpsemalt erinevaid tehnikaid üksteisest eristada. Karpja kujuga löögiarmid esinevad kõige sagedamini kõva (51,8%) ja bipolaarse lõhestuse (41,2%) puhul. Harvem esineb see surutehnika puhul (29,4%) ning pehme lööklõhestuse puhul on olemas vaid üksikud näited (5,7%). Pehme tööriistade tekitatud armid on hajutatumad kui kõvade tööriistade omad. Vastupidiselt karpjale armile, esineb liistaka kujuline arm peaaegu eksklusiivselt pehme tööriistadega eemaldatud kildudel ja laastudel. Pehme lööklõhestusega töödeldud leidude seas on 61,1% liistaka kujuline löögiarm ning surutehnika puhul esineb seda 23,5% juhtudest. Bipolaarse ja kõva lööklõhestusega töödeldud materjali puhul jääb liistude esinemise sagedus mõlemal juhul alla kahe protsendi (Lisa 3).

Lõhenemisjälgedest on kõige levinumad lööklained, mida esineb bipolaarsel, kõval ja pehmel lõhestusel võrdselt (45%), kuid vahe seisneb selles, et kõva ja bipolaarse lõhestusega töödeldud kildudele ja laastudele tekkinud lööklained on paremini nähtavad ja väiksema amplituudiga. Surutehnikaga töödeldud eksemplaridel esineb lööklaineid 29,4% juhtudest, ning sarnaselt pehme lööklõhestusega, on lööklained hajutatumad. Kohati tuleb pehme lööklainete tuvastamiseks sõrmega killu või laastu ventraalset külge katsuda. Vändumisarmid on haruldased kõikidel leidudel kuid üldiselt viitavad need suurele jõu rakendamisele ehk bipolaarsele ja kõvale lööklõhestusele. Astet esineb enam bipolaarsel (34,3) lõhestusel, pehmel ja kõval lõhestusel esineb astet samas suurusjärgus (20,8% ja 24,5%), ning surutehnikas töödeldud leidudest on see vaid ühel (5,9%) eksemplaril (Lisa 3).

Purunenud platvormijäänused viitavad bipolaarsele ja kõvale lööklõhestusele, mõlema tehnika puhul jääb esinemise sagedus 95% ja 100% vahele. Pehmel lööklõhestusega töödeldud kildudel ja laastudel esineb platvormijäänuse purunemist 8,8% eksemplaridest ja surutehnika puhul 5,9%, ning see on tavaliselt seotud pehmema kooriku purunemisega. Lai ja purunemata platvormijäänus viitab pehmetele töötlusvahenditele ehk pehmele lööklõhestusele (85,2%) ja surutehnikale (82,4%). Huule suutsin tuvastada 11 eksemplaril uuritud materjalist, millest 10 olid töödeldud surutehnikas ja 1 pehme lööklõhestusega. Platvormi trimmimine, mis hõlmab platvormi serva lihvimist ja täksimist, on iseloomulik eelkõige surutehnikale (29,4%) ja pehmele lööklõhestusele (8,1%). Kõva ja bipolaarse lõhestuse puhul on trimmimist olnud vähem kui 5%-l leidudest (Lisa 3).

Lõhestusehnikatele viitab ka esemete üldkuju. Näiteks esineb mõlemast otsast ahenemist bipolaarselt töödeldud kildude ja laastude puhul 38,2% juhtudest, ning teiste tehnikate puhul jääb selliste kildude osakaal 5% või vähema juurde. Killu või laastu kaardus kuju võib viidata nii pehmele lööklõhestusele (59,4%) kui surutehnikale (41,2%), samas leidub ohtralt kaardus kõvasid (39,3%) ja bipolaarseid (29,6%) kilde ja laaste (Lisa 3).

Eestis varasemalt uuritud kiviaegsete asulate leiumaterjalis on põhjalik tehnoloogiline analüüs läbi viidud vaid üksikutel asulakohtadel. Lisa 2-s vaadeldud asulatest on kõigest kolmel asulakohal peale Kivisaare välja toodud määratavate leidude osakaal: Metsaääre I 46,4%, Sindi-Lodja I 27,8% ja Sindi-Lodja II 42,6%. Kivisaare jääb 53,8% kahe eelnevalt välja toodud asulakohaga samasse suurusjärku ning Sindi-Lodja I juures tuleb välja tuua, et asulakohast leiti ainult 18 kivileidu, mis ei ole statistiliselt relevantne valimi suurus.

Määratavatest tehnikatest on Kivisaarelt 2002. aasta leitud tulekivileidudel enim kõvale lööklõhestustehnikale viitavaid märke, mida esineb 680 juhul (55,6% määratavatest leidudest)(Lisa 1 fototahvel 5, B). Kõva lööklõhestus sobib nii kamaka esmaseks töötluks kui ka eseme lõplikuks töötluks. Seda eriti kohaliku toormaterjali puhul, mis nagu juba mainitud on liiga väike, et sellest hõlpsasti pehmete tööriistadega kilde eemaldada (Kriiska *et al.* 2020, 72). Antud tehnika kohta on raske järeldusi teha kuna selle rakendusviisid on nii mitmekülgsed, et selliseid parameetreid nagu näiteks kooriku olemasolu, mis viitab eseme esmasele töötluks, esineb vaid veidi rohkem kui pehmel lööklõhestusel (35,4%), kuid märkimisväärselt rohkem kui surutehnikal (23,5%). Bipolaarse lõhestusega töödeldud leidudel esineb Kivisaare 2002 aasta materjali puhul koorikut 54,8%-l juhtudest, ning seda tehnikat on samuti seostatud nii kamakate esmase kui ka lõpliku töötluks (Kriiska *et al.* 2011, 70–71).

Pehmet lööklõhestust (Lisa 1 fototahvel 5, C) ja bipolaarset lõhestust (Lisa 1 fototahvel 5, A) esineb Kivisaare 2002 aasta tulekivi leiumaterjalis üldjoontes sama palju (23,3% ja 19,7% määratavatest leidudest). Arvestades eksperimendi tulemustega, et bipolaarseid kilde on tihti keerulisem eristada kui teisi tehnikaid, võib lugeda bipolaarselt töödeldud esemete hulka leiumaterjalis pehme lööklõhestusega samaväärseks.

Kõige väiksema arvu eksemplaridega on 2002 aasta Kivisaare tulekivileidude seas esitatud surutehnika (Lisa 1 fototahvel 5, D). Üheks põhjuseks on asjaolu, et surutehnika efektiivseks rakendamiseks on vaja töödeldavat nukleust teiste tehnikatega ette valmistada, nagu peatükk 2.3.5. välja on toodud, on surutehnika erinevad meetodid keerukamad kui teised antud leiumaterjalis esinevad lõhestusvõtted. Surutehnikaks määratud leidudest on 13 (72,2% kogu

surutehnikas töödeldud tulekivileidudest) katked, mis viitab tehnika saaduste suurele purunemise tõenäosusel, mille pärast on neid raske ka tuvastada.

Vahendatud lööklõhestust ei suutnud ma leiumaterjalist eristada, mis on ootuspärane, sest nagu peatükis 2.3.6. välja toon, võeti see tehnika Euroopas kasutusele tõenäoliselt alles 6. aastatuhande lõpus eKr, mis on hilisem, kui enamuse Kivisaare leiumaterjalist (Kriiska & Johanson 2003, 48). Alasi tehnika puudub samuti leiumaterjalis kuna seda on kasutatud suurte munakate lõhkumiseks aga sinne materjal, mille läbimõõt reeglina ei küündi üle 5 cm, on selliseks tehnikaks liiga väike (Johanson *et al.* 2021, 125).

Kivisaares on eelistatud kildude löömisel platvormtehnikat bipolaarsele tehnikale erinevalt näiteks Metsaääre I asulakohast, kus bipolaarsed killud moodustavad suurima määratava kildude rühma (Kriiska *et al.* 2011, 91). Kõikidest uuritud kildudest 1037 (55,7%) leiu määranguks on platvormtehnika. Neist tehnoloogiliselt määratavaid kilde on kokku 752, ning neist 534 (71% määratavatest platvormtehnikatest töödeldud kildudest) on töödeldud kõva lööklõhestusega ja 218 (29%) on töödeldud pehme lööklõhestusega.

Kivisaare tulekivileidudest seast moodustavad laastud 16,9% (386 leidu), mis on võrreldes neoliitilise leiumaterjaliga mesoliitilisele asulakohale omaselt kõrge. Näiteks on tabelis 1 väljatoodud keraamikaeelsete mesoliitiliste asulate laastude esinemissagedus 7,8–34,5%. Mesoliitikumis on näha laastu tähtsuse vähenemist ajas. Varase mesoliitikumi I etapil on näiteks Pulli asulakoht, kus laaste esineb 40,1% tulekivileidudest (Jaanits & Ilomets 1988, 54). Varase mesoliitikumi II etapil esineb tulekivilaaste keskmiselt 22,2% tulekivileidudest. Hilise mesoliitikumi I etapil esineb tulekivilaaste 17,8% juhtudest, ning hilise mesoliitikumi II etapis langeb laastude esinemissagedus 2,9%-le. Neoliitilistes asulakohtades laastude esinemise tihedus tõuseb vähesel määral võrreldes mesoliitikumi lõpuga. Riigiküla II tulekivileidudest on 4,6% laastud ja Kaseküla leidudest moodustavad laastud 5,6%. Võrreldes varasemate määrangutega, tõusis Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste laastu esinemise sagedus 5,5% võrra (Kriiska & Johanson 2003, 36).

Käesolevas tööd analüüsitud Kivisaare tulekivilaastudest on kaks kolmandikku terved ning üks kolmandik katked. Võrreldes kildudega, leidub terviklikke laaste rohkem, kildude hulgas on katkeid 800 (43% kõikidest tulekivikildudest). Laastude ja laastukatketes vahekord erineb ka asulakohtade vahel, näiteks Kavastu mesoliitilise asulakoha tulekivi leidude seas on kaks korda rohkem laastukatkeid kui laaste (Tvauri & Johanson 2006, 42).

Tulekivist nukleusi leiti Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste käigus 33, mis moodustab 1,4% kogu tulekivileidudest. Võrreldes teiste tabelis 1 leiduvate asulakohtadega, mille keskmine tulekivinukleuste osakaal tulekivi materjalis on 2,8%, on Kivisaare leiumaterjal tulekivinukleuste poolest leiuvaene. Jättes uuritavast materjalist välja mõlemad Sindi-Lodja asulad, mis on oma kõrge tulekivinukleuste esinemissageduse poolest statistilised anomaaliad, jääb Kivisaare nukleuste osakaal umbes keskmiseks.

Teisese töötamise jälgedega esemeid on 2002 aasta leiumaterjalis 83 (3,7% kogu tulekivileidudest). Teisese töötamise vähenemine ja arvukate kasutusjälgede esinemisega töötlemata kildudel ja laastudel (näiteks TÕ 1113: 223; TÕ 1113: 628, TÕ 1113: 892) viitab, et enamasti kasutati teravaid kilde/laaste ilma edasise töötamiseta ning selle nüristumisel visati tööriist minema ja võeti kasutusele uus kild/laast (Kriiska *et al.* 2020, 73).

Kokkuvõte

Käesoleva uurimistöö raames viisin läbi Aivar Kriiska ja Kristiina Johanson poolt juhatatud Kivisaare 2002 aasta arheoloogiliste väljakaevamiste tulekivileidude tehnoloogilise analüüsi, mille jaoks tegin Microsoft Accessi andmebaasi ning blanketi. Uurimistöö raames uurisin makroskoopiliste meetodite abil 2273 tulekivileidu, ning viisin läbi kolm eksperimentaalarheoloogilist katset. Töö eesmärgiks oli uurida, milliseid tehnikaid on kasutatud Kivisaare mesoliitilises asulas tulekivi lõhestamisel, milline on tehnikate osakaal, ning kuidas erinevate lõhestamistehnikate jäljed väljenduvad kohalikul tulekivil.

Kolme läbi viidud eksperimendi tulemusena lõhestasin kolm kohalikku päritolu Siluri tulekivi kamakat, mis on korjatud Võrtsjärve ümbrusest. Eksperimendi käigus lõhestatud kivide materjali kadu oli suurim bipolaarsel lõhestusel, millele järgneb kõva lööklõhestus ning pehme lööklõhestus. Võttes arvesse kasutatud nukleust, on suurim materjali kadu kõva lööklõhestusega töödeldud kamakal ning madalaim kadu oli bipolaarsel lõhestusel. Võrreldes arheoloogilise leiumaterjaliga on keskmine eksperimendi tulemusena saadud nukleus raskem, kuid bipolaarne nukleus on võrreldes arheoloogilise materjaliga massilt keskmine. Bipolaarselt töödeldud killud ja laastud on kergesti segamini aetavad kõva ja pehme lööklõhestusega töödeldud artefaktidega. Vastupidine aga ei kehti, pehme ja kõva lööklõhestusega töödeldud killud ei sarnane bipolaarse lõhestusega.

Tehnoloogilise analüüsi tulemusena suutsin 2273 leiust määrata 1222 (53,8% tulekivileidudest). Leiumaterjalis suutsin eristada nelja lõhestustehnikat: bipolaarset lõhestust, kõva lööklõhestust, pehmet lööklõhestust ja surutehnikat. Kõva lööklõhestus on leiumaterjalis esindatud 680 leiuga (55,6% määratavatest tulekivileidudest). Pehme lööklõhestusega töödeldud artefakte on kokku 285 (23,3%), ning bipolaarseid leidub 241 (19,7%). Kõige madalama esinemissagedusega tehnika on surutehnika, mis on esindatud 17 eksemplaril (1,4%).

Peale tehnoloogiliste määrangute tõusis varasemaga võrreldes laastude osakaal 16,9%-le (varasemalt 11,4%). Laastude esinemise sageduse järgi on Kivisaare tüüpiline mesoliitiline asulakoht, mis ei küündi päris varase mesoliitikumi asulakohtadeni nagu Pulli või Ihaste kuid on siiski arvestatav.

Uurimuse käigus määrati Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste tulekivileidude tehnoloogiaid, nendel väljenduvate tunnuste kaudu. Rohkesti leidis tunnuseid, mis avaldusid mitmete tehnikate puhul nagu näiteks löögimügariku olemasolu, mis oli tavaline nähtus kolmel tehnikal neljast või purunenud platvormi jäänus, mis avaldub nii bipolaarse kui kõva lööklõhestusega töödeldud kildudel ja laastudel rohkem kui 95% eksemplaridest. Leidis ka jälgi, mis võimaldasid võrdlemisi täpselt leide määrata, näiteks liistaka kujuline löögiarm esineb enamasti pehme lööklõhestusega töödeldud esemel. Karpjas löögiarm viitab, et eset on tõenäoliselt lõhestatud kõva lööklõhestusega või bipolaarselt. Ükski tunnus ei ole siiski spetsiifiline ainult ühele tehnikale ning seepärast ongi kõikide määrangute aluseks olnud kolm või rohkem parameetrit.

Terviklikkuse mõttes oleks vaja tulevikus uurida ka Kivisaare 2003 ja 2004 aastate väljakaevamiste leiumaterjali, et saada täielik pilt asulakoha tulekivileidude tehnoloogiast. Juurde võiks ka võtta kvartsileiud kuigi neid oli vaid umbes 1% kivileidudest. Teema laiendamise võimalused on nii regionaalsed, ajalised kui ka materjalipõhised. Võrdluseks saaks võtta näiteks mõne ranniku või saare asulakoha ning juurde saaks võtta ka kvartsi ja saarte puhul isegi läänemere punase kvartsporfüüri leiud. Uurides asulakohti, kus domineerib näiteks kvarts saab võrrelda, kuidas erinevad tehnikad on kasutuses olnud ning kuidas spetsiifilised tehnikad erinevatele materjalidele jälgi jätavad. Üheks võimaluseks on ka ajaliselt hilisema või varasema asulakoha uurimine ning seejärel selle võrdlemine Kivisaarega.

Kasutatud kirjandus

Käsitkirjad

Indreko, R. 1931. Kivisaare kaevamistest Kolga-Jaani khk. Võisiku vald. Kivisaare tl. 8–10.VI.31. (Käsitkiri Tartu Ülikooli arheoloogia osakonna arhiivis)

Jaanits, L. 1965. Aruanne arheoloogilistest kaevamistest Kivisaare kalmistul Viljandi rajoonis end. Kolga-Jaani khk-s 29.VI.1962. a ja 6.–19.VII 1965. a. (Käsitkiri Tartu Ülikooli arheoloogia osakonna arhiivis)

Kadakas, U. 2010. Tallinna Vabaduse väljaku neoliitiline asulakoht Eesti samaaegsete rannikuasulate kontekstis. Tartu Ülikool, magistritöö. (Käsitkiri Tartu Ülikooli arheoloogia osakonna arhiivis)

Kriiska, A. & Johanson, K. 2002/2003. Arheoloogilised väljakaevamised Kivisaares 15. juuli – 14. august 2002. Tartu. (Käsitkiri Tartu Ülikooli arheoloogia osakonna arhiivis)

Kriiska, A. & Lõhmus, M. 2003/2004. Aruanne arheoloogilistest välitöödest Kivisaare asulakohal ja matmispaigal ning nende lähiumbruses 21. juulist kuni 17. augustini 2003. aastal. Tartu. (Käsitkiri Tartu Ülikooli arheoloogia osakonna arhiivis)

Kriiska, A. & Lõhmus, A. 2004/2005. Aruanne arheoloogilistest välitöödest Kivisaare kiviaegsel asulakohal ja matmispaigal ning kompleksi lähiumbruses 19. juulist kuni 14. augustini 2004. aastal. Tartu. (Käsitkiri Tartu Ülikooli arheoloogia osakonna arhiivis)

Tallgren, A. 1921. Aruanne uurimisest Kolga-Jaanis Kevadel 1921 a. ette võetud üliõpilaste ekskursioonil. (Käsitkiri Tartu Ülikooli arheoloogia osakonna arhiivis)

Kirjandus

Andrefsky Jr., W. 2001. Emerging Directions in Debitage Analysis. – Lithic Debitage. Context, Form, Meaning. W. Andrefsky Jr. Eds. The University of Utah Press, Salt Lake City, 2–14.

Andrefsky Jr., W. 2005. *Lithics. Macroscopic Approaches to Analysis*. Cambridge University Press, New York.

Berg-Hansen, I.M., Damlien, H., Zagorska, I., Kalniņš, M., Bērziņš, V. and Schülke, A. 2019. Long-term variation in lithic technological traditions and social interaction: the Stone Age of the Eastern Baltic (Latvia), 10,500–2900 calBC. – *Fennoscandia archaeologica*, 36, 6–32.

Bolz, M. 1914. Das Neolithische Gräberfeld von Kiwisaare in Livland. – *Baltische Studien zur Archäologie und Geschichte. Arbeiten des Baltischen Vorbereitenden Komitees für den XVI. Archäologischen Kongress in Pleskau 1914*. Berlin: Gesellschaft für Geschichte und Altertumskunde der Ostseeprovinzen Russlands, 15–32.

Bordaz, J. 1989. *Tools of the Old and the New Stone Age*. Dover Publications, Inc, New York.

Coles, J. M. & Higgs, E. S. 1969. *The Archaeology of Early Man*. Puffin Books.

Crabtree, D. E. 1967. Notes on experiments in flintknapping 4: Tools used for making flaked stone artifacts. – *Tebiwa*, 10: 1, 60–73.

Crabtree, D. E. 1972. An Introduction to Flintworking. – *Occasional Papers 28*. Idaho State Museum, Pocatello, 1–98.

David, E. & Sørensen, M. 2016. First insights into the identification of bone and antler tools used in the indirect percussion and pressure techniques during the early postglacial. – *Quaternary international*, 423, 123–142.

Driscoll, K. 2010. Understanding quartz technology in early prehistoric Ireland. Volume 1 of 2. Doctoral dissertation. University College Dublin, College of Arts & Celtic Studies.
https://www.lithicsireland.ie/driscoll_killian_2010_understanding_quartz_technology_in_early_prehistoric_ireland_phd_thesis_re_web.pdf

Gramly, R.M. 2000. *Guide to the Palaeo-American Artifacts of North America*. Persimmon Press Monographs in Archaeology, New York.

Harmand, S., Lewis, J.E., Feibel, C.S., Lepre, C.J., Prat, S., Lenoble, A., Boës, X., Quinn, R.L., Brenet, M., Arroyo, A. and Taylor, N. 2015. 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. – *Nature*, 521: 7552, 310–315.

Inizan, M.L., Roche, H., Tixier, J. and Reduron, M. 1992. Technology of knapped stone: followed by a multilingual vocabulary. *Préhistoire de la pierre taillée*, Nanterre.

Jaanits, L. ja Jaanits K. 1975. Frühmesolithische Siedlung in Pulli. – *Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised*, 24: 1, 64 –70.

Jaanits, K. & Ilomets, M. 1988. Umbusi mesoliitilise asula vanusest ja kohast Eesti keskmise kiviaja kronoloogias. – *Loodusteaduslikud meetodid Eesti arheoloogias*. Eds A.-M. Rõuk & J. Selirand. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Tallinn, 54–64.

Johanson, K., Kriiska, A., Aruväli, J., Somelar, P., Sikk, K. & Sepp, L. 2021. Local or imported? Tracking the provenance of flint raw materials of the Mesolithic habitants of Estonia and northern Latvia with the help of geochemical methods. – *Foraging Assemblages*. Volume 1. Eds D. Borić, D. Antonović, and B. Mihailović. Serbian Archaeological Society, The Italian Academy for Advanced Studies in America, Belgrade, 123–128.

Jung, J. 1898. Muinasaja teadus eestlaste maalt, II. J. Jung, Jurjew.

Kay, M. 1996. Microwear Analysis of Some Clovis and Experimental Chipped Stone Tools. – *Stone Tools: theoretical insights into human prehistory*. Springer Science & Business Media, New York, 315–344.

Kriiska, A. 1997. Kroodi ja Vihasoo III asula Eesti varaneoliitiliste kultuurirühmade kontekstis. – *Estonian Journal of Archaeology*, 1, 7–25.

Kriiska, A., Lõugas, L. and Saluäär, U., 1997. Archeological excavations of the stone age settlement site and ruin of the stone cist grave of the early metal age in Kaseküla. – *Archaeological field works in Estonia 1997*, 30–41.

Kriiska, A. & Saluäär, U. 2000. Archaeological field works on the island of Ruhnu. – *Archaeological fieldwork in Estonia 1999*, 18–28.

Kriiska, A. 2000. Archaeological field work on Stone Age settlement site of SW Estonia. – *Archaeological fieldwork in Estonia 2000*, 19–33.

- Kriiska, A.** 2001. Stone Age Settlement and Economic Processes in the Estonian Coastal Area and Islands. (PhD Thesis). University of Helsinki, Finland. <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/o/2004/ethesis.helsinki.fi/julkaisut/hum/kultt/vk/kriiska/stoneage.html>
- Kriiska, A. & Johanson, K.** 2003. Kivisaare kiviaja asulakoht ja matmispaik. – Viljandi muuseumi aastaraamat 2002. Viljandi Muuseum, Viljandi, 39–55.
- Kriiska, A., Johanson, K., Saluäär, U. & Lõugas, L.** 2003. The results of research of Estonian Stone Age in 2002. – Archaeological Fieldwork in Estonia 2002, 25–41.
- Kriiska, A., Allmäe, R., Lõhmus, M. & Johanson, K.** 2004. Archaeological investigation at the settlement and burial site of Kivisaare. – Archaeological fieldwork in Estonia 2003, 29–44.
- Kriiska, A. & Lõhmus, M.** 2005. Archaeological fieldwork on Kivisaare Stone Age burial ground and settlement site. – Archaeological fieldwork in Estonia 2004, 31–44.
- Kriiska, A. & Nordqvist, K.** 2007. Archaeological fieldwork at Stone age settlement sites in Riigiküla, North-Eastern Estonia. – Archeological fieldwork in Estonia 2006, 31–44.
- Kriiska, A., Hertell, E. and Manninen, M.A.** 2011. Stone Age flint technology in south-western Estonia: Results from the Pärnu Bay area. Mesolithic Interfaces. – Variability in Lithic Technologies in Eastern Fennoscandia. Eds T. Rankama. Archaeological Society of Finland, Saarijärvi, 64–93.
- Kriiska, A. & Sikk, K.** 2014. Archaeological test excavations at the Mesolithic and Iron Age settlement site Jägala-Joa IV. – Archaeological field works in Estonia, 2013, 45–54.
- Kriiska, A., Lang, V., Mäesalu, A., Tvauri, A. & Valk, H.** 2020. Eesti ajalugu I. Eesti esiajalugu. Tartu Ülikooli Ajaloo ja Arheoloogia Instituut, Tartu.
- Kriiska, A. & Khrustaleva, I.** 2020. Kõrtsikraavi Stone Age settlement. – Archaeological fieldwork in Estonia 2019, 39–44.
- Laughlin, J. P. & Kelly, R. L.** 2020 Experimental analysis of the practical limits of lithic refitting. – Journal of Archaeological Science, 37: 2, 427–433.
- Moora, T., Vissak, R. & Jaanits, K.** 2006. Archaeological excavations in Ihaste, Tartu. – Archaeological fieldwork in Estonia 2005, 141–160.

Newcomer, M. H. 1975. "Punch Technique" and Upper Paleolithic Blades. – *Lithic Technology. Making and Using Stone Tools*. Eds E. Swanson. Mouton, Chicago 97–104.

Odell, G.H. ed., 1996. *Stone Tools: theoretical insights into human prehistory*. Springer Science & Business Media, New York.

Odell, G.H. 2004. *Lithic analysis*. Springer Science & Business Media, New York.

Ottow, B. 1911. Das neolithische Grabfeld von Kiwisaar an der Phale (Nordlivland). – *Sitzungsberichte der Gelehrten Estnischen Gesellschaft*, 1910. Jurjew-Dorpat, 148–160.

Patten, B. 1999. *Old Tools – New Eyes, A primal primer of flint knapping*. Stone Dagger Publications, Denver.

Pelegrin, J. 1990. Prehistoric lithic technology: some aspects of research. – *Archaeological review from Cambridge*, 9: 1, 116–125.

Pelgerin, J. 2003. Long blade technology in the Old World: an experimental approach and some archaeological results. Skilled production and social reproduction. – *Proceedings of a Symposium, Uppsala, August 20–24, 2003*. Societas Archaeologica Upsaliensis, Uppsala 37–68.

Pelegrin, J. 2012. New Experimental Observations for the Characterization of Pressure Blade Production Techniques. – *The emergence of pressure blade making: from origin to modern experimentation*. Springer Science & Business Media, New York, 465–500.

Randoja, K., Juus, T. & Johanson, K. 2016. Rescue excavations at the Ihaste Stone Age settlement site. – *Archaeological fieldwork in Estonia 2016*, 31–38.

Rostedt, T. and Kriiska, A. 2019. Quartz Assemblage from the Early Mesolithic Helvetinhardanpuro Settlement Site in Eastern Central Finland. – *Vestnik of Saint Petersburg University. History*, 64: 2 639–665.

Sander, K. & Kriiska, A. 2018. New archaeological data and paleolandscape reconstructions of the basin of an Early and Middle Holocene lake near Kunda, North-Eastern Estonia. – *Fennoscandia archaeologica*, 35, 65–85.

Schick, K., Toth, N. 1994. *Making Silent Stones Speak. Human Evolution and the Dawn of Technology*. Simon & Schuster, New York.

Sørensen, M., Rankama, T., Kankaanpää, J., Knutsson, K., Knutsson, H., Melvold, S., Eriksen, B.V. and Glørstad, H. 2013. The First Eastern Migrations of People and Knowledge into Scandinavia: evidence from studies of mesolithic technology, 9th-8th millennium BC. – Norwegian Archaeological Review, 46: 1, 19–56.

Tsirk, A. 2014. Fractures in Knapping. Archaeopress, Oxford.

Tsirk, A., Kriiska, A. 1998. Kivitöötlemine lõhestustehnikas. Eksperimentaalarheoloogilisi vaatekohti. – Ajalooline Ajakiri, 103: 4, 5–14.

Tvauri, A. & Johanson, K. 2006. Archaeological research on Kavastu Mesolithic and Early Modern settlement site. – Archaeological fieldwork in Estonia 2005, 41–46.

Tõrv, M. 2016. Persistent Practices. A Multi-Disciplinary Study of Hunter-Gatherer Mortuary Remains from c. 6500-2600 cal. BC, Estonia. (PhD Thesis). University of Tartu, Estonia.

Resume: The technological analysis of the flint artefacts from Kivisaare 2002 excavation

The technological analysis of stone artefacts allows us to differentiate between individual cultures that used stone tools as well as to study different stone working technologies and their evolution through time. It also allows us to see changes in Stone Age people's socio-economic behaviour and migration patterns through the import and export of flint and the spread of different stone working techniques.

The stone and bronze age settlement site and cemetery of Kivisaare has been an object of interest for archaeologists since the late 19th century when the first skeletons were discovered during excavation of gravel in 1882. While the last excavations at Kivisaare took place in 2004 the thesis in hand concentrates on the technology of the flint artefacts found during the archaeological excavations in 2002.

This thesis is divided into four chapters. The first chapter concentrates on the history of lithic studies as well as the history of archaeological research in Kivisaare. The second chapter focuses on the lithic artefacts of Kivisaare and opens the necessary methodological background. The third chapter presents the results of the experiments and the study of the Kivisaare lithic material, while the fourth chapter places the findings into a broader context in discussion.

For experimental archaeology, three pebbles of local Silurian flint were worked with three different percussion techniques – bipolar percussion, hard- and soft-hammer percussion. The experiments showed that the most efficient way of working small flint pieces is through bipolar percussion, as it allows for more flakes to be removed from the core. Even though more material gets lost during the process of percussion, the other two methods leave a bigger and heavier exhausted core which in turn means more waste.

Even though there can be multiple traits that are common in a single technique, they are often not enough to accurately determine the method with which the flake, core or nuclei was formed. Most of the indicators are true for multiple methods of knapping, which is why at least three of the parameters of a specific technique are required to be detected on a single item to reliably determine the correct mode. Since parameters like having a thick bulb is quite vague, having more than one parameter also helps to deter personal biases.

Out of 2273 finds, the percussion technique could be identified in 1222 (53,8% of flint finds). These techniques include bipolar percussion, hard- and soft-hammer percussion and pressure flaking. The hard-hammer percussion is the most common technique with 680 (55,6% of determinable finds) followed by the soft-hammer percussion as the second most common with 285 (23,3%). Bipolar percussion is represented with 241 (19,7%) artefacts and pressure flaking technology was used to create 17 (1,4%) finds.

In comparison to the previous study of the flint artefacts of Kivisaare 2002, the amount of blades in the assemblage increased from 11.4% to 16.9%. According to the previous study, the number of blades was quite small when compared to other contemporary settlement sites. Through the re-analysis of the material, however, the number of blades rose to that closer to what could be expected from an early mesolithic such as Kivisaare.

There is still much work to be done with the material from Kivisaare, most notably the flint artefacts from the excavations of 2003 and 2004. In future, artefacts of quartz found in Kivisaare should also be analysed in order to create a more comprehensive study on the technologies of knapping techniques used in Estonia.

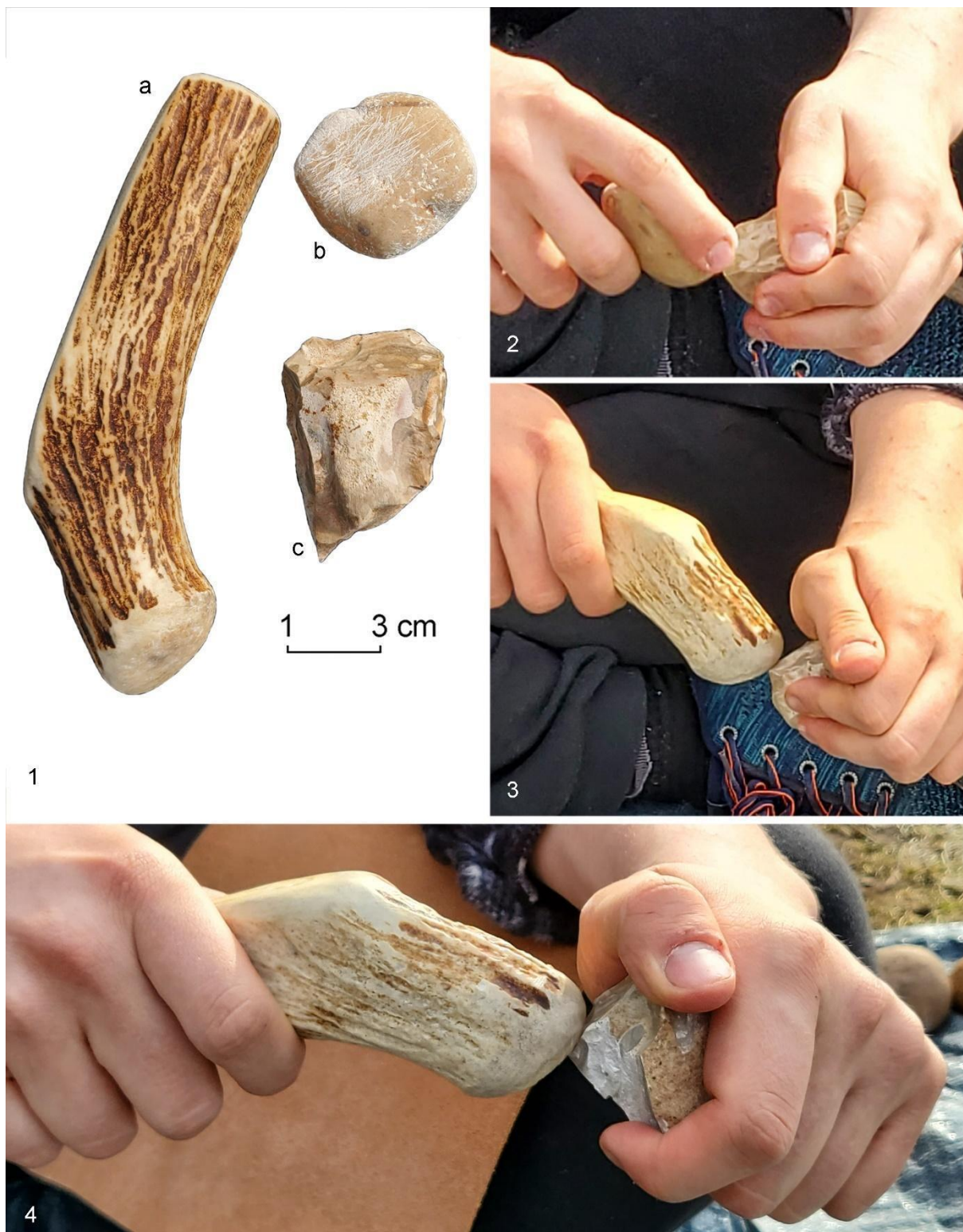
Lisad 1: fototahvlid



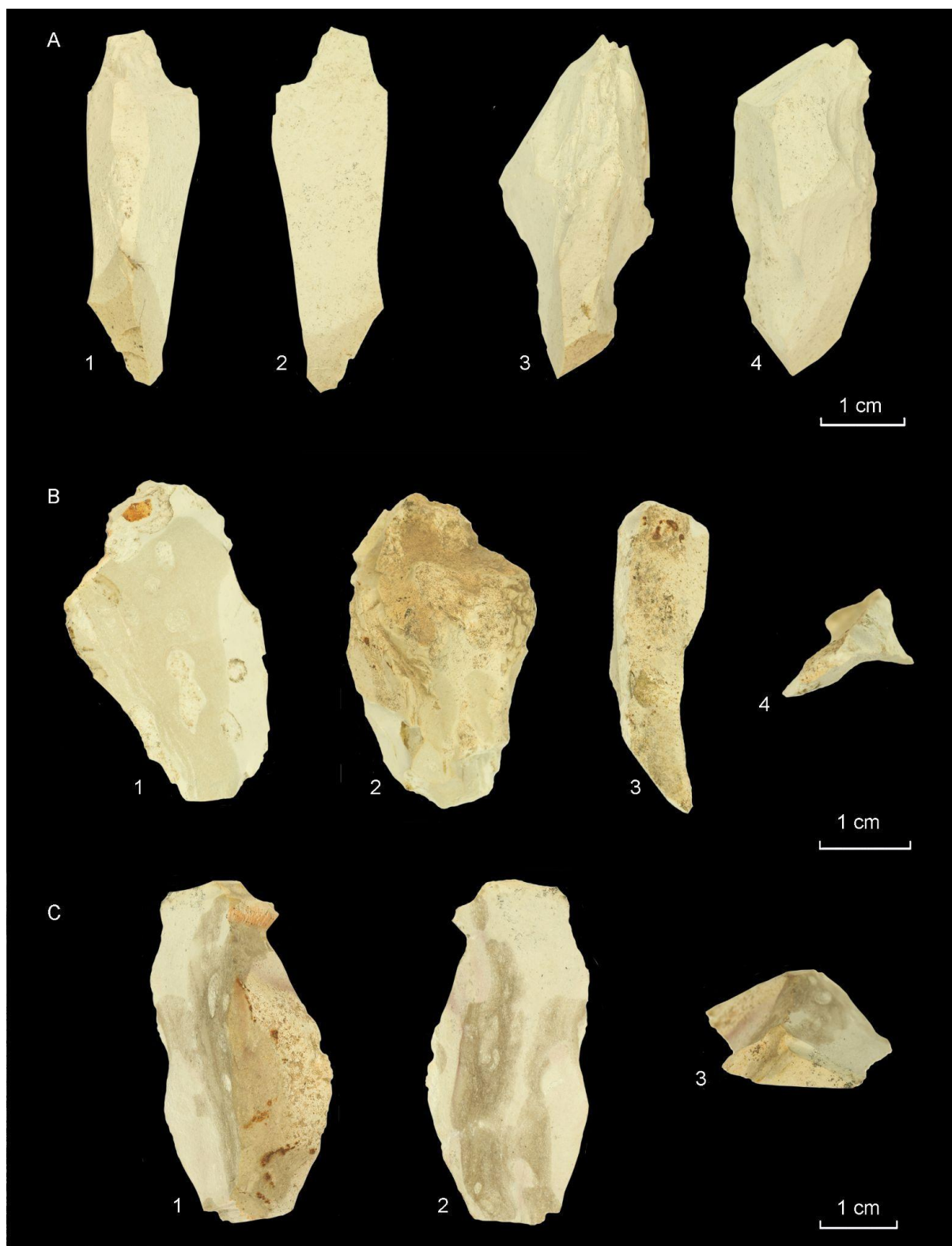
Fototahvel 1. Bipolaarse lööklõhestuse eksperiment (2–4) ja looduslik tulekivikamakas enne lõhestamists (1). Fotod: Aivar Kriiska, töötlus: Irina Khrustaleva.



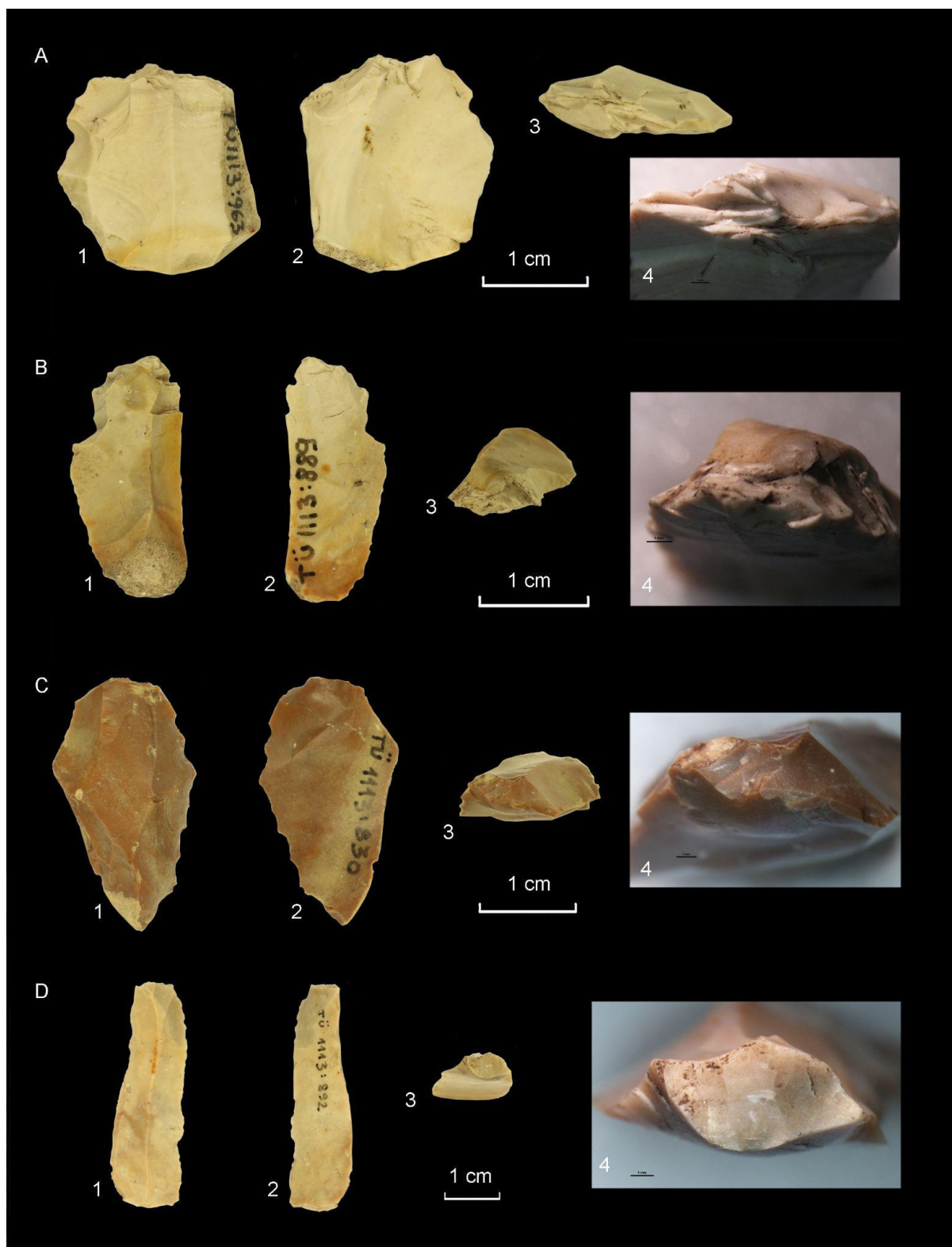
Fototahvel 2. Kõva lööklõhestuse eksperiment (2–4) ning looduslik tulekivikamakas enne lõhesust ja töövahendid (1): a – kulutuskivi, b – looduslik tulekivikamakas, c – kõva löögikivi. Fotod: Aivar Kriiska, töötlus: Irina Khrustaleva.



Fototahvel 3. Pehme lööklõhestuse eksperiment (2–4) ning looduslik tulekivikamakas ja töövahendid (1):. a – põdrasarvest vasar, b – kulutuskivi, c – looduslik tulekivikamakas. Fotod: Aivar Kriiska, töötlus: Irina Khrustaleva.



Fototahvel 4. Eksperimentide näidiskillud. A – bipolaarne lõhestus; B – kõva lööklõhestus; C – pehme lööklõhestus. Fotod: Ragi-Martin Moon, töötlus: Irina Khrustaleva.



Fototahvel 5. Kivisaare 2002 aasta tulekivileidude näidised. A — bipolaarne lõhestus TÜ 1113: 963; B — kõva lööklõhestus TÜ 1113: 889; C — pehme lööklõhestus TÜ 1113: 830; D — surutehnika TÜ 1113: 892. 1) dorsaalne külg, 2) ventraalne külg, 3) platvormi jääk, 4) platvormi jääk 20x suurendus. Fotod: Ragi-Martin Moon & Riina Rammo, töötlus: Irina Khrustaleva.

Lisa 2: Eesti kiviaegsete asulate kivileidude jaotumine

Asulakoht	Kiviaja alaperiood	Kivileidude koguarv	Tulekivileidude arv	Kvartsleidude arv	Tulekivikillud (% kogu tulekivileidudest)	Tulekivilaastud (%)	Tulekivi-nukleused (%)	Teisese töötusega esemed (%)	Määratavate leiude osakaal
Mesoliitilised asulakohad									
Ihaste (2005) ¹	varamesoliitikum II		8570		5894 (68,8%)	2428 (28,3%)	194 (2,3%)	54	
Ihaste (2016) ²	varamesoliitikum II	2444	2402	28	1886 (78,5%)	387 (16,1%)	18 (0,7%)	88	
Jägala-joa IV ³	hilismesoliitikum I		252	8	175 (69,4%)	63 (25%)	5 (2%)	19	
Kavastu ⁴	hilismesoliitikum I		144	19	104 (72,2%)	29 (20,1%)	2 (1,4%)	7	
Kivisaare (2002)	varamesoliitikum II	2369	2273	63	1863 (81,6%)	386 (16,9%)	33 (1,4%)	83	53,8%

Kroodi ⁵	hilismesoli itikum II	440	54	386	38 (70,4%)	1 (1,9%)	0	15	
Kõrtsikraavi ⁶	varamesoli itikum II	85	80	1	45 (56,3%)	22 (27,5%)	1 (1,3%)	6	
Metsaääre I ⁷	hilismesoli itikum I	184	151	29	112 (74,2%)	21 (13,9%)	7 (4,6%)	11	46,4% ¹⁶
Pulli (1975) ⁸	varamesoli itikum I		1368	0	873 (63,8%)	472 (34,5%)	23 (1,7%)	207	
Sindi-Lodja I ⁹	hilismesoli itikum I		18		8 (44,4%)	4 (22,2%)	3 (16,7%)	2	27,8% ¹⁷
Sindi-Lodja II ¹⁰	hilismesoli itikum I		500		291 (58,2%)	39 (7,8%)	35 (7%)	36	42,6% ¹⁸
Ruhnu I ¹¹	hilismesoli itikum I	1178	22	1153	21 (95,5%)	0	1 (4,5%)	0	
Ruhnu II ¹²	hilismesoli itikum II	3271	211	3023	192 (91%)	8 (3,8%)	1 (0,5%)	2	

Ruhnu IV ¹³	hilismesoli itikum II	123	22	97	21 (95,5%)	0	0	1	
Neoliitilised asulakohad									
Kaseküla ¹⁴	hilisneoliit ikum	648	72	526		4 (5,6%)	1 (1,4%)	6	
Riigiküla II ¹⁵	hilismesoli itikum / neoliitiku m	69	65	3	57 (79,2%)	3 (4,6%)	0	3	

Eesti kiviaegsete asulate kivileidude jaotumine: ¹ Moora *et al.* 2006, 151, 154–155; ² Randoja *et al.* 2016, 35–36; ³ Kriiska & Sikk 2014, 49–50; ⁴ Tvauri & Johanson 2006, 42–44; ⁵ Kriiska 1997, 8; ⁶ Kriiska & Khrustaleva 2020, 41–42; ^{7, 9, 10} Kriiska 2000, 27, 91; ⁸ Jaanits & Jaanits 1975, 69; ^{11, 12, 13} Kriiska & Saluäär 2000, 21; ¹⁴ Kriiska *et al.* 1997, 33; ¹⁵ Kriiska & Nordqvist 2007, 38–39; ^{16, 17, 18} Kriiska *et al.* 2011, 91.

Lisa 3: Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste analüüsitud tulekivileiud

	Bipolaarne lööklõhestus	Kõva lööklõhestus	Pehme lööklõhestus	Surutehnika	Platvormtehnika	Määramata	Kokku
Kild	188	534	218	8	285	629	1862
Laast	45	136	65	9	71	60	386
Killud & laastud	233	670	283	17	356	689	2248
Nukleus	11	14	2	1	4	4	33
Löögimügarik (% kildudest ja laastudest)	71 (30,5%)	374 (55,8%)	242 (85,5%)	13 (76,5%)			1411
Karpjas löögiarm (%)	96 (41,2%)	347 (51,8%)	16 (5,7%)	5 (29,4%)			516
Liistak löögiarm (%)	3 (1,3%)	13 (1,9%)	173 (61,1%)	4 (23,5%)			216
Lõhenemise jäljed							
Lööklained (%)	105 (45%)	297 (44,3%)	128 (45,2%)	5 (29,4%)			662
Väändumisarmid (%)	21 (9%)	32 (4,8%)	9 (3,2%)	0			77
Aste (%)	80 (34,3%)	164 (24,5%)	59 (20,8%)	1 (5,9%)			385
Platvorm							
Purunenud platvormi jäänus (%)	222 (95,3%)	649 (96,9%)	25 (8,8%)	1 (5,9%)			1131
Lai platvormi jäänus (%)	6 (2,6%)	85 (12,9%)	241 (85,2%)	14 (82,4 %)			459
Kitsas platvormi jäänus (%)	208 (89,3%)	569 (84,9%)	42 (14,8%)	2 (11,8%)			1021
Platvormi huul (%)	0	0	1 (0,4%)	10 (58,8%)			11
Platvormi trimmitud (%)	3 (1,3%)	26 (3,9%)	23 (8,1%)	5 (29,4%)			61
Killu ja laastu üldkuju							

Mõlemast otsast ahenev (%)	89 (38,2%)	36 (5,4%)	7 (2,5%)	0			168
Distaalotsast ahenev (%)	0	242 (36,1%)	110 (38,9%)	3 (17,6%)			711
Serva kuju							
Lainetav (%)	139 (59,7%)	421 (62,8%)	142 (50,2%)	11 (64,7%)			1089
Sirge (%)	33 (14,2%)	95 (14,2%)	28 (9,9%)	2 (11,8%)			449
Kaardus (%)	69 (29,6%)	263 (39,3%)	168 (59,4%)	7 (41,2%)			802

Lisa 3: Kivisaare 2002 aasta väljakaevamiste analüüsitud tulekivileiud

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Ragi-Martin Moon

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Kivisaare 2002. aasta väljakaevamiste tulekivileidude tehnoloogiline analüüs“, mille juhendajaks on Aivar Kriiska reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, alates **24.05.2021** kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Ragi-Martin Moon

24.05.2021